

Bibliographic Fields

Document Identity

(19)【発行国】

日本国特許庁(JP)

(12)【公報種別】

公開特許公報(A)

(11)【公開番号】

特開2001-42150(P2001-42150A)

(43)【公開日】

平成13年2月16日(2001. 2. 16)

(19) [Publication Office]

Japan Patent Office (JP)

(12) [Kind of Document]

Unexamined Patent Publication (A)

(11) [Publication Number of Unexamined Application]

Japan Unexamined Patent Publication 2001 - 42150 (P2001 - 42150A)

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

Heisei 13 year February 16 day (2001.2 . 16)

Public Availability

(43)【公開日】

平成13年2月16日(2001. 2. 16)

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

Heisei 13 year February 16 day (2001.2 . 16)

Technical

(54)【発明の名称】

光導波路、その作製方法、およびこれを用いた
光インタコネクション装置

(51)【国際特許分類第7版】

G02B 6/122

C25D 5/02

7/12

G02B 6/13

H01S 5/026

【FI】

G02B 6/12 B

C25D 5/02 B

7/12

H01S 5/026

G02B 6/12 M

【請求項の数】

35

【出願形態】

OL

【全頁数】

(54) [Title of Invention]

PREPARATION METHOD、 OF OPTICAL
WAVEGUIDE、 AND OPTICAL YNE TACH ネ
COMB よん EQUIPMENT WHICHUSES THIS

(51) [International Patent Classification, 7th Edition]

G02B 6/122

C25D 5/02

7/12

G02B 6/13

H01S 5/026

[FI]

G02B 6/12 B

C25D 5/02 B

7/12

H01S 5/026

G02B 6/12 M

[Number of Claims]

35

[Form of Application]

OL

[Number of Pages in Document]

17

【テーマコード(参考)】

2H0474K0245F073

【F ターム(参考)】

2H047 KA05 MA07 PA02 PA21 PA26 QA05
TA00 TA36 TA43 4K024 AA02 AA03 AA09
AB01 AB02 AB03 AB08 AB15 BA11 BB07
BB09 FA05 GA16 5F073 AB17 CA04

Filing

【審査請求】

未請求

(21)【出願番号】

特願平11-216193

(22)【出願日】

平成11年7月30日(1999. 7. 30)

Parties**Applicants**

(71)【出願人】

【識別番号】

000001007

【氏名又は名称】

キヤノン株式会社

【住所又は居所】

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

Inventors

(72)【発明者】

【氏名】

坂田 肇

【住所又は居所】

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン
株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】

八木 隆行

【住所又は居所】

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン
株式会社内

17

[Theme Code (For Reference)]

2 H0474K0245F073

[F Term (For Reference)]

2 H047 kA 05 MA07 PA02 PA21 PA26 QA05 TA00 TA36
TA43 4K024 AA02 AA03 AA09 AB01 AB02 AB03 AB08
AB15 BA 11 BB07 BB09 FA05 GA16 5F073 AB17 CA04

[Request for Examination]

Unrequested

(21) [Application Number]

Japan Patent Application Hei 11 - 216193

(22) [Application Date]

1999 July 30 days (1999.7 . 30)

(71) [Applicant]

[Identification Number]

000001007

[Name]

CANON INC. (DB 69-054-9662)

[Address]

Tokyo Prefecture Ota-ku Shimomaruko 3-30-2

(72) [Inventor]

[Name]

Sakata Hajime

[Address]

Inside of Tokyo Prefecture Ota-ku Shimomaruko 3-30-2
Canon Inc. (DB 69-054-9662)

(72) [Inventor]

[Name]

Yagi Takayuki

[Address]

Inside of Tokyo Prefecture Ota-ku Shimomaruko 3-30-2
Canon Inc. (DB 69-054-9662)

(72)【発明者】

【氏名】

尾内 敏彦

【住所又は居所】

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン
株式会社内

Agents

(74)【代理人】

【識別番号】

100086483

【弁理士】

【氏名又は名称】

加藤 一男

Abstract

(57)【要約】

【課題】

伝播損失が低く、任意の基板上に形成が可能で、作製が容易である光導波路、その作製方法である。

【解決手段】

光導波路 11 は、伝播光の波長に対して透明な材料から成って長く伸びた形状を持つ部分円筒体の部分と、部分円筒体の部分と同じ材料から成りこれに滑らかに繋がった部分球面体ないしそれに近い曲面体形状の終端部 12 を有する。

伝播光は、部分円筒体部分及び終端部の形状を画する境界面での全反射の繰り返しで導波して行く。

(72) [Inventor]

[Name]

Ouchi Toshihiko

[Address]

Inside of Tokyo Prefecture Ota-ku Shimomaruko 3-30-2
Canon Inc. (DB 69-054-9662)

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

[Identification Number]

100086483

[Patent Attorney]

[Name]

Kato Kazuo

(57) [Abstract]

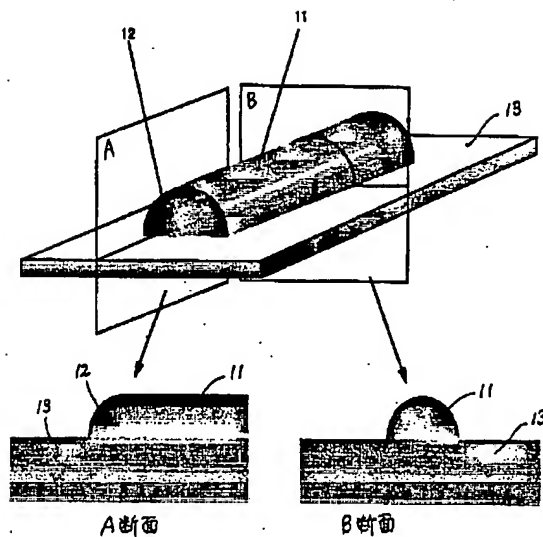
[Problems to be Solved by the Invention]

Propagation loss is low, formation being possible on substrate of the option, it is preparation method of optical waveguide, whose production is easy.

[Means to Solve the Problems]

optical waveguide 11, consisting of transparent material vis-a-vis wave length of the propagated light, consists of same material and as portion of portion cylinder which has shape which extends long and portion of portion cylinder portion spherical surface body which is connected to smooth in this or possesses terminal part 12 of curved surface article shape which is close to that.

propagated light wave conduction does with repetition of total reflection with boundary interface which draws shape of portion cylinder portion and terminal part.



Claims

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

伝播光の波長に対して透明な材料から成って長く伸びた形状を持つ部分円筒体の部分と、該部分円筒体の部分と同じ材料から成りこれに滑らかに繋がった部分球面体ないしそれに近い曲面体形状の終端部を有し、伝播光が該部分円筒体部分及び終端部の形状を画する境界面での全反射の繰り返しで導波して行くことを特徴とする光導波路。

【請求項 2】

曲折部を有し、該曲折部の形状が2つの部分円筒体に滑らかに繋がった部分球面体ないしそれに近い曲面体をなしていることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路。

【請求項 3】

交差部を有し、該交差部の形状が複数の部分円筒体に滑らかに繋がった部分球面体ないしそれに近い曲面体をなしていることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路。

[Claim(s)]

[Claim 1]

Consisting of transparent material vis-a-vis wave length of propagated light, the portion spherical surface body which consists of same material and as portion of the portion cylinder which has shape which extends long and portion of the said portion cylinder is connected to smooth in this or terminal part of curved surface article shape which is close to that possessing, optical waveguide. which wave conduction it does with repetition of total reflection with boundary interface where propagated light draws shape of said portion cylinder portion and terminal part makes feature

[Claim 2]

optical waveguide. which is stated in Claim 1 where it possesses bent part, portion spherical surface body where shape of said bent part is connected to smooth in 2 portion cylinder or forms curved surface article which is close to that and makes feature

[Claim 3]

optical waveguide. which is stated in Claim 1 where it possesses intersecting part, portion spherical surface body where shape of said intersecting part is connected to smooth in portion cylinder of plural or forms curved surface article which is close to that and makes feature

【請求項 4】

前記部分円筒体部分とそれに同材料で繋がった部分をコアとして、該コアより低屈折率の材料から成るクラッドが少なくとも部分的に該コアの前記境界面に密着して設けられていることを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載の光導波路。

【請求項 5】

前記クラッドは、前記部分円筒体部分とそれに同材料で繋がった部分から成るコアの平面状の境界面に少なくとも部分的に密着して設けられた基板部を含むことを特徴とする請求項 4 記載の光導波路。

【請求項 6】

前記基板部に対して概ね垂直に前記終端部を介して入射する光をコアに結合し伝播する様に形成されていることを特徴とする請求項 5 記載の光導波路。

【請求項 7】

前記コアを伝播してきた光を前記基板部に対して概ね垂直に前記終端部を介して出射する様に形成されていることを特徴とする請求項 5 または 6 記載の光導波路。

【請求項 8】

前記光導波路を構成する材料が樹脂あるいはガラスよりなることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れかに記載の光導波路。

【請求項 9】

前記光導波路が、樹脂板、ガラス板、石英板、あるいは Si、GaAs、InP などの半導体基板上に設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れかに記載の光導波路。

【請求項 10】

前記光導波路の形成される基板が可撓性を有することを特徴とする請求項 9 記載の光導波路。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 の何れかに記載の光導波路を含む光インタコネクション装置であって、少なくとも

which is close to that and makes feature

[Claim 4]

cladding which consists of material of low index of refraction sticking to the aforementioned boundary interface of partially said core at least from said core with the portion which is connected with same material to that the aforementioned portion cylinder portion and as core, optical waveguide, which is stated in Claim 1, 2 or 3 which is provided and makes feature

[Claim 5]

As for aforementioned cladding, aforementioned portion cylinder portion partially sticking to planar boundary interface of core which consists of portion which is connected with same material to that at least, optical waveguide, which is stated in Claim 4 which includes substrate part which is provided and makes feature

[Claim 6]

Through aforementioned terminal part in general vertically, vis-a-vis the aforementioned substrate part optical waveguide, which is stated in Claim 5 where it connects light which incidence is done to core and in order to propagate, is formed and makes feature

[Claim 7]

optical waveguide, which is stated in Claim 5 or 6 which through the aforementioned terminal part in general vertically, vis-a-vis the aforementioned substrate part in order radiation to do, is formed light which propagates aforementioned core and makes feature

[Claim 8]

optical waveguide, which is stated in either of Claim 1 to 7 where material which forms aforementioned optical waveguide consists of resin or glass and makes feature

[Claim 9]

optical waveguide, which is stated in either of Claims 1 through 8 where the aforementioned optical waveguide, is provided on resin sheet, glass sheet, quartz sheet, or Si, GaAs, InP or other semiconductor substrate and makes feature

[Claim 10]

optical waveguide, which is stated in Claim 9 where substrate where the aforementioned optical waveguide is formed has flexibility and makes feature

[Claim 11]

Optical yne tach ネ comb よん equipment, where with optical yne tach ネ comb よん equipment which includes

も前記終端部の如き光導波路の光入出力部が、発光素子あるいは受光素子の配置された基板上部あるいは下部に形成されていることを特徴とする光インタコネクション装置。

【請求項 12】

前記発光素子は、半導体結晶で構成され、活性層の両側に反射ミラーを備えた面発光レーザであることを特徴とする請求項 11 記載の光インタコネクション装置。

【請求項 13】

前記発光素子は、半導体結晶で構成され、pn 接合もしくは pin 接合からなる発光ダイオードであることを特徴とする請求項 11 記載の光インタコネクション装置。

【請求項 14】

前記受光素子は、半導体結晶で構成され、pin ホトダイオードであることを特徴とする請求項 11、12 または 13 記載の光インタコネクション装置。

【請求項 15】

前記受光素子は、半導体結晶で構成され、MSM(Metal-Semiconductor-Metal)型光検出器であることを特徴とする請求項 11、12 または 13 記載の光インタコネクション装置。

【請求項 16】

前記発光素子は、発光素子の駆動や制御用の電子回路が集積化された半導体基板上に一体化されていることを特徴とする請求項 11 乃至 15 の何れかに記載の光インタコネクション装置。

【請求項 17】

前記受光素子は、受光素子の増幅や制御用の電子回路が集積化された半導体基板上に一体化されていることを特徴とする請求項 11 乃至 16 の何れかに記載の光インタコネクション装置。

【請求項 18】

前記光導波路が、半導体回路チップを互いに光配線することを特徴とする請求項 11 乃至 17 の何れかに記載の光インタコネクション装置。

optical waveguide which is stated in either of Claims 1 through 10, optical input-output part of optical waveguide at least like the aforementioned terminal part, is formed to substrate upper part or bottom where the luminescent element or photodetector is arranged and makes feature

[Claim 12]

It is a surface light emission laser where aforementioned luminescent element is formed with semiconductor crystal, provides reflecting mirror for both sides of active layer and optical yne tach ネ comb よん equipment. which is stated in Claim 11 which is made feature

[Claim 13]

It is a light emitting diode where aforementioned luminescent element is formed with semiconductor crystal, consists of pn junction or pin junction and optical yne tach ネ comb よん equipment. which is stated in Claim 11 which is made feature

[Claim 14]

Aforementioned photodetector is formed with semiconductor crystal, it is a pin photodiode and Claim 11, 12 which is made feature or optical yne tach ネ comb よん equipment. which is stated in 13

[Claim 15]

Aforementioned photodetector is formed with semiconductor crystal, it is a MS M (metal-Semiconductor-metal) type photodetector and Claim 11, 12 which is made feature or optical yne tach ネ comb よん equipment. which is stated in 13

[Claim 16]

Optical yne tach ネ comb よん equipment. which is stated in either of the Claim 11 to 15 where as for aforementioned luminescent element, electronic circuit for drive and control of luminescent element is unified on semiconductor substrate which integration is done and makes feature

[Claim 17]

Optical yne tach ネ comb よん equipment. which is stated in either of the Claim 11 to 16 where as for aforementioned photodetector, amplifying of photodetector and electronic circuit for control are unified on semiconductor substrate which integration is done and make feature

[Claim 18]

Optical yne tach ネ comb よん equipment. which is stated in either of the Claim 11 to 17 where aforementioned optical waveguide, optical circuitry does semiconductor circuit chip mutually and makes feature

【請求項 19】

前記光導波路が、半導体回路チップの複数実装されたチップモジュール間を光配線で繋ぐ様に形成されていることを特徴とする請求項 11 乃至 17 の何れかに記載の光インタコネクション装置。

【請求項 20】

前記光導波路が、半導体回路チップおよびチップモジュールの混在して実装されたボード内の光配線を行っていることを特徴とする請求項 11 乃至 17 の何れかに記載の光インタコネクション装置。

【請求項 21】

前記光導波路が、半導体回路チップないしチップモジュールの実装されたボード間を繋ぐ様に形成されていることを特徴とする請求項 11 乃至 17 の何れかに記載の光インタコネクション装置。

【請求項 22】

請求項 1 乃至 10 の何れかに記載の光導波路または請求項 11 乃至 21 の何れかに記載の光インタコネクション装置の光導波路が、金型を使って型押しで作製されることを特徴とする光導波路の作製方法。

【請求項 23】

請求項 1 乃至 10 の何れかに記載の光導波路または請求項 11 乃至 21 の何れかに記載の光インタコネクション装置の光導波路の作製方法であって、少なくとも部分的に導電性部分を有するメッキ用基板を用い、(1)前記基板の導電性部分上に絶縁性マスク層を形成する工程、(2)前記マスク層に適当なパターンを持つスリット状の開口部を形成する工程、(3)前記メッキ用基板を陰極として電気メッキにより、開口部を通じて開口部及びマスク層上にメッキ層を形成する工程、(4)前記メッキ層を形成した基板に金型を形成する工程、(5)前記金型を前記基板より剥離する工程、(6)前記金型を用いて光導波路材料を型取りする工程を有することを特徴とする光導波路の作製方法。

【請求項 24】

前記工程(3)において、電気メッキによりメッキ層が開口部を中心に等方的に成長することを特徴

[Claim 19]

In order aforementioned optical waveguide, plural of semiconductor circuit chip to connect between chip module which is mounted with optical circuitry, optical yne tach ネ comb よん equipment. which is stated in either of Claim 11 to 17 which is formed and makes feature

[Claim 20]

Aforementioned optical waveguide existing together, semiconductor circuit chip and chip module optical yne tach ネ comb よん equipment. which is stated in either of the Claim 11 to 17 which does optical circuitry inside board which is mounted and makes feature

[Claim 21]

In order aforementioned optical waveguide, to connect between board where semiconductor circuit chip or chip module is mounted, optical yne tach ネ comb よん equipment. which is stated in either of Claim 11 to 17 which is formed and makes feature

[Claim 22]

optical waveguide of optical yne tach ネ comb よん equipment which is stated in either of optical waveguide or Claim 11 to 21 which is stated in either of the Claims 1 through 10, using mold, it is produced with embossing preparation method. of the optical waveguide which is made feature

[Claim 23]

With preparation method of optical waveguide of optical yne tach ネ comb よん equipment which is stated in either of optical waveguide or Claim 11 to 21 which is stated in either of Claims 1 through 10, substrate for plating which at least possesses partially electroconductivity portion using, With substrate for step. (3) aforementioned plating which forms the opening part of slit which has suitable pattern in step. (2) aforementioned mask layer which forms insulating property mask layer on electroconductivity portion of (1) aforementioned substrate as cathode in electroplating depending, preparation method. of optical waveguide which possesses step which optical waveguide charge type is taken step. (5) aforementioned mold which forms mold in substrate which formed step. (4) aforementioned plated layer which forms plated layer on opening part and mask layer via opening part making use of step. (6) aforementioned mold which peels off from the aforementioned substrate and makes feature

[Claim 24]

plated layer opening part in center grows in isotropic in the aforementioned Process (3), with electroplating

とする請求項 23 記載の光導波路の作製方法。

【請求項 25】

前記工程(3)において、メッキ時間、メッキ温度を制御してメッキ層の部分円筒体の大きさを制御することを特徴とする請求項 23 または 24 記載の光導波路の作製方法。

【請求項 26】

前記工程(3)において、メッキ層を形成した後に、犠牲層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項 23、24 または 25 記載の光導波路の作製方法。

【請求項 27】

前記工程(4)において、金型をメッキにより形成することを特徴とする請求項 23 乃至 26 の何れかに記載の光導波路の作製方法。

【請求項 28】

前記工程(5)において、金型をメッキ用基板より剥離する工程が前記犠牲層を除去することにより行なわれることを特徴とする請求項 26 または 27 記載の光導波路の作製方法。

【請求項 29】

前記工程(5)において、金型をメッキ用基板より剥離する工程が、基板、メッキ層を順次エッチング除去することにより行なわれることを特徴とする請求項 26 または 27 記載の光導波路の作製方法。

【請求項 30】

前記メッキ用基板として Si ウエハを用いることを特徴とする請求項 23 乃至 29 の何れかに記載の光導波路の作製方法。

【請求項 31】

前記マスク層がフォトリソトよりなることを特徴とする請求項 23 乃至 30 の何れかに記載の光導波路の作製方法。

【請求項 32】

前記スリット状開口部が光導波路のデザインに合わせたパターンで形成されることを特徴とする請求項 23 乃至 31 の何れかに記載の光導波路の作製方法。

【請求項 33】

前記光導波路を構成する材料が樹脂あるいはガラスよりなることを特徴とする請求項 22 乃至

preparation method. of optical waveguide which is stated in Claim 23 which is made feature

[Claim 25]

In aforementioned Process (3), controlling plating time, plating temperature, it controls the size of portion cylinder of plated layer preparation method. of optical waveguide which is stated in Claim 23 or 24 which is made feature

[Claim 26]

In aforementioned Process (3), after forming plated layer, step which forms sacrifice layer is included and Claim 23, 24 which is made feature or preparation method. of optical waveguide which is stated in 25

[Claim 27]

In aforementioned Process (4), mold is formed with plating the preparation method. of optical waveguide which is stated in either of Claim 23 to 26 which is made feature

[Claim 28]

In aforementioned Process (5), preparation method. of optical waveguide which is stated in Claim 26 or 27 which does mold due to fact that step which peels off from substrate for plating removes aforementioned sacrifice layer and makes feature

[Claim 29]

In aforementioned Process (5), mold preparation method. of optical waveguide which is stated in Claim 26 or 27 where step which peels off from substrate for plating, is done by sequential etching removing and substrate, plated layer makes feature

[Claim 30]

preparation method. of optical waveguide which is stated in either of Claim 23 to 29 which uses Si wafer as substrate for aforementioned plating and makes feature

[Claim 31]

preparation method. of optical waveguide which is stated in either of Claim 23 to 30 where aforementioned mask layer consists of photoresist and makes feature

[Claim 32]

It is formed with pattern which aforementioned slit opening part adjusts to design of optical waveguide preparation method. of optical waveguide which is stated in either of Claim 23 to 31 which is made feature

[Claim 33]

preparation method. of optical waveguide which is stated in either of Claim 22 to 32 where material which forms

32 の何れかに記載の光導波路の作製方法。

【請求項 34】

前記光導波路が、樹脂板、ガラス板、石英板、あるいは Si、GaAs、InP などの半導体基板上に設けられることを特徴とする請求項 22 乃至 33 の何れかに記載の光導波路の作製方法。

【請求項 35】

前記光導波路の形成される基板が可撓性を有することを特徴とする請求項 22 乃至 34 の何れかに記載の光導波路の作製方法。

Specification

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発光素子及び受光素子との集積化に適した光導波路、その作製方法、およびこれを用いた光インタコネクション装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光導波路は、線幅数 μm から数 $10\mu\text{m}$ の透過性の高い材料から構成され、光の伝播のみならず、光の合流/分岐の機能や、波長フィルタあるいは合波/分波や、光の強度や位相を変調したりといった様々な機能を実現できる。

このため、光通信システムや光インタコネクション等の光を用いた情報伝送や光メモリなどの情報処理の分野に幅広い応用が期待されている。

【0003】

光導波路を介して光送信を行うための発光素子として、最近では、基板垂直方向に発光し、低閾値で、しかもアレイ化の容易な面発光レーザの開発が進んでいる。

また、レーザではないが、LED(発光ダイオード)も低コストで実装の容易な発光素子として広く使われている。

こういった面出射タイプの発光素子は、もともと

aforementioned optical waveguide consists of resin or glass and makes feature

[Claim 34]

preparation method. of optical waveguide which is stated in either of Claim 22 to 33 where it can provide aforementioned optical waveguide, on resin sheet, glass sheet, quartz sheet, or Si, GaAs, InP or other semiconductor substrate and makes feature

[Claim 35]

preparation method. of optical waveguide which is stated in either of Claim 22 to 34 where substrate where aforementioned optical waveguide is formed has flexibility and makes feature

[Description of the Invention]

[0001]

[Technological Field of Invention]

this invention is something regarding preparation method, of optical waveguide, which is suited for integration of luminescent element and photodetector and optical yne tach ne comb yon equipment which uses this.

[0002]

[Prior Art]

optical waveguide can be formed from material where transmission of several $10\mu\text{m}$ is high from linewidth several μm , propagation of light furthermore, function of confluence per minute 岐 of light and can actualize the wavelength filter or combination wave per minute wave and various functions which modulation it does, light intensity and phase with said.

Because of this, broad application is expected to field of the information transmission and optical memory or other computing which use optical communication system and optical yne tach ne comb yon or other light.

[0003]

Through optical waveguide, recently, light emitting it does in substrate perpendicular direction as the luminescent element in order to transmit optically, at low 閾 value, furthermore development of easy surface light emission laser of array conversion is advanced.

In addition, it is not a laser. Also LED (light emitting diode) is used widely with low cost as easy luminescent element of mount.

luminescent element of such surface radiation type, because

面で受光する形態のフォトダイオード等の受光素子と形態が似ているため、構成上、組合せ適合性も良く、ボードとボードの間、ボード内のモジュール同士、あるいは、LSI チップ同士などを接続する光インタコネクション(光配線もしくは光接続と同義)への応用が注目されている。

【0004】

このような理由で、ガラス基板、石英基板、樹脂基板などに限らず、Si ウェハ、SOI(Semiconductor on Insulator)ウェハ、あるいは、GaAs や InP といった化合物半導体ウェハなどへも自由に形成が可能で、量産性の高い光導波路の要求が高まっている。

無論、光導波路の基本的性能として、伝播損失が低いこと、発光素子や受光素子との結合が容易で、挿入損失が低いことが求められていることは言うまでもない。

また、エレクトロルミネッセンス(EL)や LED 等を活用した自発光型ディスプレイ装置や読み取り装置においても、光導波路の活用が提案されている。

さらに、今後、期待される超並列処理/演算といった新しい光情報処理分野においても、光による情報や信号の転送において、光導波路は要求されるものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来、代表的な光導波路及びその作製方法としては、 SiO_2 や LiNbO_3 などの基板中に選択マスクを通して金属イオンなどの拡散により屈折率変化を与えたり、あるいはエッチングにより凸型形状を表面に形成していた。

また、Si ウェハ上に SiO_2 膜を形成して導波路を作製する方法も知られている。

最近では、PMMA やポリイミドなどの樹脂を塗布して、直接あるいはホトレジスト等のパターンニングを通して、光導波路形状を作り込む方法も行われている。

【0006】

このように、従来の方法では、基板上にホトリソグラフィで光導波路を形成することが一般的であった。

その結果、光導波路断面は、矩形あるいは台形となるのが通常であった。

photodiode or other photodetector of the shape which incident light is done originally in surface and shape has been similar, in regard to constitution, combination compatible is good, module between board and board and inside board, or, application to optical yne tach ネ comb よん (optical circuitry or optical connection and synonymy) which connects LS chip etc is observed.

【0004】

In this kind of reason, being freely formation possible even to the Si wafer, SOI (Semiconductor on Insulator) wafer, or GaAs and compound semiconductor wafer etc such as InP not just glass substrate, quartz substrate, resin substrate etc, demand for optical waveguide where mass productivity is high has increased.

Of course, propagation loss is low as basic performance of optical waveguide, connection with luminescent element and photodetector being easy, insertion loss is low, it is sought.

In addition, electroluminescence (EL) and regarding spontaneous light emission display equipment and reading device which utilize LED etc, application of optical waveguide is proposed.

Furthermore, regarding new optical computing field in future, such as super parallel process/ operation which is expected, optical waveguide is something which is required with light at time of transferring information and the signal.

【0005】

[Problems to be Solved by the Invention]

Until recently, as representative optical waveguide and its preparation method, index of refraction change was given in the SiO_2 and LiNbO_3 or other group board with metal ion or other scattering through selective mask, convex shape form was formed in surface or with etching.

In addition, forming SiO_2 film on Si wafer, also method which produces waveguide is known.

Recently, coating fabric doing PMMA and polyimide or other resin, it makes optical waveguide shape directly or through photoresist or other patterning, and also method which is packed is done.

【0006】

This way, with conventional method, on substrate with photolithography optical waveguide is formed was general.

As a result, as for optical waveguide cross section, it was usual to become rectangular or the trapezoid.

また、エッチングで光導波路を作製した場合、光導波路側面が少なからず荒れて伝播損失の要因となっていた。

さらに、光導波路を発光素子あるいは受光素子と光結合させるために、光導波路端面に対して発光素子あるいは受光素子を精密なアライメントのもとに、実装を行っていた。

實際上、結合効率を向上させるため、1 ないし 2 個のレンズを間に用いることも一般的である。

また、光導波路に対して発光/受光素子が上に位置する場合、光導波路端面に 45 度の傾斜をつけてミラーとしたり、グレーティングカップラを形成して、光結合を図っていた。

しかしながら、これらの手法は、いずれも、作製工程が煩雑であり、且つ、十分な結合効率を安定に得るには至っていない。

【0007】

また、光導波路を使った光インタコネクションの例として特開平 06-45584 号公報に開示されたものがある。

これは、光導波路を用いて集積回路内の光配線を行っているが、光導波路は矩形状であり、垂直方向に発光/受光素子との光結合を行う光導波路端部は斜めの傾斜面となっている。

そのため、導波光を集光するためのレンズを別個形成する必要があった。

また、光導波路の作製方法は従来方法によるため、光導波路を形成する基板に制限があった。

【0008】

本発明は、上記従来技術の有する問題点に鑑み成されたものであり、その目的は、(1)伝播損失が低く、(2)発光素子、受光素子との光結合効率の高い光導波路であり、(3)任意の基板上に形成が可能で、(4)作製が容易で且つ制御性の高い、(5)低コスト化可能な光導波路、その作製方法を提供することである。

さらには、この光導波路と発光素子、受光素子との組合せで、簡便で高速広帯域の光インタコネクション装置を提供することにある。

【0009】

In addition, when optical waveguide is produced with etching, optical waveguide side surface becoming rough little, it had become factor of propagation loss.

Furthermore, optical waveguide luminescent element or photodetector and in order optical coupling to do, luminescent element or photodetector in origin of precision alignment, it mounted vis-a-vis optical waveguide endface.

Really in order on, bonding efficiency to improve, also it is general to use lens of 1 or 2 between.

In addition, when light emitting/photodetector is a position above vis-a-vis optical waveguide, 45 -degree acquiring inclination to optical waveguide endface, it made mirror, formed grating coupler, assured optical coupling.

But, as for these technique, which, preparation step being troublesome, at the same time, to obtain sufficient bonding efficiency in stability, it has not reached.

[0007]

In addition, there are some which are disclosed in Japan Unexamined Patent Publication Hei 06-45584 disclosure as example of optical yne tach ネ comb よん which used optical waveguide.

This does optical circuitry inside integrated circuit making use of optical waveguide, but as for optical waveguide with rectangle, as for optical waveguide end which does optical coupling of light emitting/photodetector in perpendicular direction it has become inclined plane of inclination.

Because of that, it was necessary to form lens in order light collection to do wave conduction light separately.

In addition, as for preparation method of optical waveguide until recently with the method for sake of, there was restriction in substrate which forms optical waveguide.

[0008]

You consider this invention, to problem which above-mentioned Prior Art has and being something which is formed, it is as for objective, (1) propagation loss to be low, with optical waveguide where optical coupling efficiency of (2) luminescent element, photodetector is high, formation being possible on substrate of (3) option, (4) production being easy, and controllability to be high, to offer preparation method of (5) cost reduction possible optical waveguide, .

Furthermore, with combination with this optical waveguide and luminescent element, photodetector, being simple, it is to offer optical yne tach ネ comb よん equipment of the high speed broadband.

[0009]

【課題を解決するための手段と作用】上記目的を達成するために、本発明の光導波路は、伝播光の波長に対して透明な材料から成って長く伸びた形状を持つ部分円筒体(円筒体を中心軸に平行な面で切った形状を本明細書ではこう呼ぶ)の部分と、該部分円筒体の部分と同じ材料から成りこれに滑らかに繋がった部分球面体(球体を適当な面で切った形状を本明細書ではこう呼ぶ)ないしそれに近い曲面体形状の終端部を有し、伝播光が該部分円筒体部分及び終端部の形状を画する境界面での全反射の繰り返しで導波して行くことを特徴とする。

この基本構成では、図 1 に示す様に、本発明の光導波路 11 は、光の伝播方向に典型的には半円筒状の部分円筒体をしており、光入出力部(典型的には光導波路終端部)12 は部分球面形状或はそれに近い形状をなしている。

円筒面は滑らかなため、側面の比較的荒れた矩形光導波路と比べて、伝播損失が低い特徴を持つ。

且つ、光導波路終端が球面形状の如き形状をなすため、たとえば図 2 および図 3 に示すように、光導波路 21 の光入出力部 22 の該形状が凹面ミラーとして働き、基板部 26 に垂直に入出射する発光素子 23 や受光素子 24 との光結合が容易に行えるようになる。

尚、図 1、図 2、図 3 において、基板部層(クラッド)13、26 は光導波路(コア)11、21 より小さい屈折率を有する材料から成る。

【0010】

上記基本構成に基づいて、以下の如き好適な形態が可能である。

光導波路が曲折部を有し、該曲折部の形状が 2 つの部分円筒体に滑らかに繋がった部分球面体ないしそれに近い曲面体をなしていたり、交差部を有し、該交差部の形状が複数の部分円筒体に滑らかに繋がった部分球面体ないしそれに近い曲面体をなしていたりする。

【0011】

また、前記部分円筒体部分とそれに同材料で繋

portion spherical surface body where in order to achieve {means and action in order to solve problem } above-mentioned objective, optical waveguide of this invention, consisting of transparent material vis-a-vis wavelength of propagated light, consists of same material and as portion of portion cylinder (cylinder shape which in center axis is cut with parallel surface is called with this specification like this) which has shape which extends long and portion of said portion cylinder is connected to smooth in this (shape which cuts sphere with suitable surface is called with this specification like this) or terminal part of the curved surface article shape which is close to that possessing, wave conduction it does with repetition of total reflection with boundary interface where propagated light draws shape of said portion cylinder portion and terminal part, it makes feature.

With this basic constitution, as shown in Figure 1, as for optical waveguide 11 of this invention, in propagation direction of light we do portion cylinder of half cylinder in typical, the optical input-output part (In typical optical waveguide terminal part) 12 portion spherical surface form or has formed shape which is close to that.

cylindrical tube surface because of smooth, has feature whose propagation loss is low in comparison with rectangular optical waveguide where side surface becomes rough relatively.

At same time, in order to form shape optical waveguide terminal like spherical surface form, as shown in for example Figure 2 and Figure 3, said shape of optical input-output part 22 of the optical waveguide 21 it works as concave mirror, vertically to substrate part 26 input/output it reaches point where it can do optical coupling of luminescent element 23 and photodetector 24 which are shot easily.

Furthermore substrate part layer (cladding) 13 and 26 optical waveguide (core) consists of the material which possesses index of refraction which is smaller than 11 and 21 in Figure 1, Figure 2, Figure 3.

【0010】

On basis of above-mentioned basic constitution, like below preferred shape is possible.

optical waveguide has bent part, portion spherical surface body where shape of said bent part is connected to smooth in 2 portion cylinder or forming curved surface article which is close to that, reaches, possesses intersecting part, portion spherical surface body where the shape of said intersecting part is connected to smooth in portion cylinder of plural or forming curved surface article which is close to that, reaches.

【0011】

In addition, cladding which consists of material of low index

がった部分をコアとして、該コアより低屈折率の材料から成るクラッドが少なくとも部分的に該コアの前記境界面に密着して設けられている。

【0012】

また、前記クラッドは、前記部分円筒体部分とそれに同材料で繋がった部分から成るコアの平面状の境界面に少なくとも部分的に密着して設けられた基板部を含む(図 1 乃至図 3 参照)。

【0013】

また、前記基板部に対して概ね垂直に前記終端部を介して入射する光をコアに結合し伝播する様に形成されていたり、前記コアを伝播してきた光を前記基板部に対して概ね垂直に前記終端部を介して出射する様に形成されている。

【0014】

光導波路を構成する材料は樹脂あるいはガラスよりなり得、また、光導波路は、樹脂板、ガラス板、石英板、あるいは Si、GaAs、InP などの半導体基板上に設けられ得る。

この場合、光導波路の形成される基板が扱い易い様に可撓性を有し得る。

【0015】

上記目的を達成するために、本発明の光インタコネクション装置は、上記光導波路を含む光インタコネクション装置であって、少なくとも前記終端部の如き光導波路の光入出力部が、発光素子あるいは受光素子の配置された基板上部あるいは下部に形成されていることを特徴とする。

【0016】

この構成において、発光素子は、半導体結晶で構成され、活性層の両側に反射ミラーを備えた面発光レーザであったり、半導体結晶で構成され、pn 接合もしくは pin 接合からなる発光ダイオードであったりする。

【0017】

受光素子は、半導体結晶で構成され、pin ホトダイオードであったり、半導体結晶で構成され、MSM(Metal-Semiconductor-Metal)型光検出器

of refraction sticking to aforementioned boundary interface of partially said core at least from the said core with portion which is connected with same material to that aforementioned portion cylinder portion and as core, it is provided.

【0012】

In addition, as for aforementioned cladding, aforementioned portion cylinder portion partially sticking to planar boundary interface of core which consists of the portion which is connected with same material to that at least, it includes substrate part which is provided (Figure 1 through Figure 3 reference).

【0013】

In addition, through aforementioned terminal part in general vertically, vis-a-vis aforementioned substrate part it connects light which incidence is done to core and in order to propagate, being formed, it reaches, through aforementioned terminal part in general vertically, vis-a-vis aforementioned substrate part in order radiation todo, it is formed light which propagates aforementioned core.

【0014】

material which forms optical waveguide can consist of resin or glass, in addition, optical waveguide can be provided on resin sheet, glass sheet, quartz sheet, or Si, GaAs, InP or other semiconductor substrate.

In this case, in order for substrate where optical waveguide is formed to be easy to handle, it can possess flexibility.

【0015】

In order to achieve above-mentioned objective, as for optical yne tach ネ comb よん equipment of this invention, with optical yne tach ネ comb よん equipment which includes above-mentioned optical waveguide, optical input-output part of optical waveguide at least like aforementioned terminal part, is formed to the substrate upper part or bottom where luminescent element or photodetector is arranged, it makes feature.

【0016】

At time of this constituting, it is a light emitting diode where luminescent element is formed with semiconductor crystal, with surface light emission laser which provides reflecting mirror for the both sides of active layer, consists semiconductor crystal, consists of pn junction or the pin junction る.

【0017】

photodetector is formed with semiconductor crystal, with pin photodiode, consists the semiconductor crystal, it is a MSM (metal-Semiconductor-metal) type photodetector, る.

であったりする。

【0018】

また、発光素子は、発光素子の駆動や制御用の電子回路が集積化された半導体基板上に一体化されていたり、受光素子は、受光素子の増幅や制御用の電子回路が集積化された半導体基板上に一体化されていたりする。

【0019】

この光インタコネクション装置において、光導波路が、半導体回路チップを互いに光配線したり、半導体回路チップの複数実装されたチップモジュール間を光配線で繋ぐ様に形成されていたり、半導体回路チップおよびチップモジュールの混在して実装されたボード内の光配線を行っていたり、半導体回路チップないしチップモジュールの実装されたボード間を繋ぐ様に形成されていたりする。

【0020】

上記目的を達成するために、本発明の光導波路の作製方法は、上記の光導波路が、金型を使って型押しで作製されることを特徴とする。

また、少なくとも部分的に導電性部分を有するメッキ用基板を用い、(1)前記基板の導電性部分上に絶縁性マスク層を形成する工程、(2)前記マスク層に適当なパターンを持つスリット状の開口部を形成する工程、(3)前記メッキ用基板を陰極として電気メッキにより、開口部を通じて開口部及びマスク層上にメッキ層を形成する工程、(4)前記メッキ層を形成した基板に金型を形成する工程、(5)前記金型を前記基板より剥離する工程、(6)前記金型を用いて光導波路材料を型取りする工程を有することを特徴とする。

【0021】

上記の工程を有する光導波路の作製方法は、以下の如きより具体的な形態を採り得る。

【0022】

前記工程(3)において、電気メッキによりメッキ層が開口部を中心に等方的に成長する様に調整されたり、メッキ時間、メッキ温度を制御してメッキ層の部分円筒体の大きさを制御したりし得る。

【0018】

In addition, luminescent element reaches, electronic circuit for drive and control of the luminescent element being unified on semiconductor substrate which integration is done, photodetector reaches, amplifying of photodetector and electronic circuit for control being unified on semiconductor substrate which integration is done.

【0019】

In this optical yne tach ネ comb よん equipment, optical waveguide, optical circuitry it does semiconductor circuit chip to connect between chip module which mutually, in order the plural of semiconductor circuit chip is mounted with optical circuitry, being formed, to reach, semiconductor circuit chip and chip module existing together and doing optical circuitry inside board which is mounted, reaching, In order to connect between board where semiconductor circuit chip or chip module is mounted, being formed, it reaches.

【0020】

In order to achieve above-mentioned objective, preparation method of optical waveguide of this invention, above-mentioned optical waveguide, using mold, is produced makes feature with embossing.

In addition, with substrate for step. (3) aforementioned plating which forms opening part of slit which has suitable pattern in step. (2) aforementioned mask layer which forms insulating property mask layer on electroconductivity portion of (1) aforementioned substrate making use of substrate for plating which atleast possesses partially electroconductivity portion, as cathode in electroplating depending, It possesses step which optical waveguide charge type is taken, step. (5) aforementioned mold which forms mold in substrate which formed step. (4) aforementioned plated layer which forms plated layer on opening part and mask layer via opening part making use of step. (6) aforementioned mold which peels off from aforementioned substrate it makes feature.

【0021】

preparation method of optical waveguide which possesses above-mentioned step from like below can take exemplary shape.

【0022】

plated layer in order in center to grow in isotropic, being adjusted opening part in aforementioned Process (3), by electroplating, controlling plating time, plating temperature it can control size of portion cylinder of plated layer.

【0023】

また、前記工程(3)において、メッキ層を形成した後に、犠牲層を形成する工程を含み得る。

この場合、金型をメッキ用基板より剥離する工程が犠牲層を除去することにより行なわれる。

【0024】

また、前記工程(4)において、金型をメッキにより形成し得る。

金型をメッキ用基板より剥離するのは、基板、メッキ層を順次エッチング除去することによっても行なわれ得る。

【0025】

前記メッキ用基板としては Si ウエハなどを用い得、また、前記マスク層はフォトリソよりなり得る。

【0026】

前記スリット状開口部は光導波路のデザインに合わせたパターンで形成され得る。

【0027】

この様に、本発明の光導波路は、以下で説明する部分円筒体構造の作製方法を用いて作製した部分円筒体凹部を有する基板を光導波路用金型として用いることにより作製される。

このことを、より詳細に説明する。

【0028】

本発明の光導波路は、図 4(a)に示すようなスリット状(例えば、極めて細い長方形形状)の開口部 41 から成長した部分円筒体状メッキ層 42 を型(金型マスター)として利用して作製される。

手法は、例えば、次のように行なう。

メッキ電極となる導電性を有する基板 43 上に設けた絶縁性マスク層 44 に形成したスリット状開口部 41 に、電気メッキによりメッキ層よりなる部分円筒体 42 を形成し、部分円筒体 42 を有する基板を金型(マスター)として金型材料を金型(マスター)上に形成し、金型を前記金型(マスター)から剥離することにより金型をまず作製する。

スリット状開口部 41 上にメッキを行うと、まず開口部 41 内にメッキが析出し、さらにメッキを行うと開口部 41 及びマスク層 44 上にメッキ層が成長し始める。

【0023】

In addition, after forming plated layer in aforementioned Process (3), it can include step which forms sacrifice layer.

In this case, mold is done due to fact that step which peels off from substrate for plating removes sacrifice layer.

【0024】

It can form mold with plating in addition, in the aforementioned Process (4).

Peeling off from substrate for plating substrate, plated layer sequential etching is removed with can be done mold.

【0025】

It can use Si wafer etc as substrate for aforementioned plating, in addition, aforementioned mask layer can consist of photoresist.

【0026】

Aforementioned slit opening part can be formed with pattern which is adjusted to design of optical waveguide.

【0027】

This way, optical waveguide of this invention is produced group board which possesses portion cylinder recess which is produced making use of preparation method of the portion cylinder structure which is explained at below as mold for optical waveguide by using.

This is explained, in detail.

【0028】

optical waveguide of this invention is produced, utilizing portion cylinder condition plated layer 42 which grew from opening part 41 of slit kind of (for example quite thin rectangular shape) which is shown in Figure 4 (a) type (mold master) as.

for example following way it does technique.

In slit opening part 41 which was formed in insulating property mask layer 44 which is provided on group board 43 where it possesses electroconductivity which becomes plating electrode, the portion cylinder 42 which consists of plated layer with electroplating is formed, mold material charge is formed on mold (master) mold (master) as group board which possesses portion cylinder 42, mold is produced first mold by peeling off from aforementioned mold (master).

When plating is done on slit opening part 41, plating precipitates first into opening part 41, when furthermore plating is done, plated layer starts growing on opening part 41 and mask layer 44.

メッキ槽内で対向する電気メッキの陽極に比べてスリット幅が十分に小さいと、メッキ層 42 は等方的に成長する。

そのため、図 4(b)に示すように、スリット 41 に直交する面内では半円状に、スリット 41 に沿う方向には平行に、メッキ層 42 が開口部 41 及びマスク層 44 上に形成される。

その結果、成長したメッキ層 42 は部分円筒体をなすことになる。

メッキは等方的に成長するため、スリット終端では部分球面形状或はそれに近い形状を呈することになる。

【0029】

この際、開口部の幅を ϕ とし、メッキ層の開口部直上部の曲率半径を R とするとき、 $\phi \leq 0.35R$ なる関係式を満たすと、より正確に部分円筒体を形成し得る。

所望の曲率半径を持たせる為に上記関係式を満足することが重要な意味を持つのは、特に、前記開口部の幅が $10 \mu m$ を超える場合である。

また、前記開口部の幅が $10 \mu m$ 以下であっても、より正確に部分円筒体を形成し得る。

これは、より細い光導波路コアを所望するときにご利用され得る。

【0030】

上記手法は、エッチングにより原版を形成する方法と比較して、所望の形状が得られた時点で陽極と陰極との間に流れる電流を停止すればメッキの析出を停止できるために、水洗までの時間でエッチングされてしまう様な不測の形状誤差を回避でき、作製の制御性が良い。

また、析出時間の制御により、部分円筒体 42 の径を制御できるため、任意の幅を有する光導波路を作製できる。

光導波路用金型は、メッキ層を形成した基板(マスター)に金型を形成した後、金型を剥離することによって得られる。

【0031】

この様に、本発明の作製方法は、典型的には、上記部分円筒体状のメッキ層の形態を利用し光導波路用金型を形成するものであり、この金型を用いてモールドイングにより形成した光導

When slit width is small to fully in comparison with anode of electroplating which opposes inside plating tank, plated layer 42 grows in the isotropic.

Because of that, as shown in Figure 4 (b), with in-plane which crosses in slit 41 in semicircle, parallel to direction which parallels to slit 41, plated layer 42 is formed on opening part 41 and the mask layer 44.

As a result, plated layer 42 which grew means to form portion cylinder.

plating in order to grow in isotropic, with slit terminal portion spherical surface form or means to display shape which is close to that.

【0029】

In this case, width of opening part is designated as the;ph, when the R doing radius of curvature of opening part directly overhead part of plated layer, the;ph \leq relationship which becomes $0.35 R$ is filled up when, compared to, it can form portion cylinder accurately.

Satisfies above-mentioned relationship fact that it has important meaning, when especially, width of aforementioned opening part exceeds $10 \mu m$, is because desired radius of curvature can be given.

In addition, width of aforementioned opening part being, $10 \mu m$ or less even when, compared to it can form portion cylinder accurately.

This can be utilized, when desiring a thinner optical waveguide core.

【0030】

If above-mentioned technique by comparison with method which forms master with etching, stops anode and current which flows between cathode with time point which desired shape acquires, because precipitation of plating can be stopped, be able to evade the unexpected kind of shape deviation which etching is done at time to water wash, controllability of production is good.

In addition, because diameter of portion cylinder 42 can be controlled with the control of precipitation time, optical waveguide which possesses width of option can be produced.

mold for optical waveguide after forming mold in substrate (master) which formed plated layer, is acquired mold by fact that it peels off.

【0031】

This way, as for preparation method of this invention, in typical, being something which forms mold for optical waveguide making use of shape of the plated layer of above-mentioned portion cylinder condition, making use of

波路の形状はメッキ層 42 の形状と等しくなる。

光導波路の材料としては、光導波路用金型との剥離が容易な材料が用いられる。

【0032】

上記光導波路用金型は、電気メッキにて形成した金型(マスター)から直接形成できるために、高価な設備を必要とせず、低コストで作製でき、また容易に大判化することも可能となる。

さらに、メッキ時間、メッキ温度によりメッキ層の大きさを、その場観察により制御することができ、容易且つ高精度に光導波路幅を制御できる。

【0033】

また、マスク層に光導波路の配置に合わせて、複数のスリット状開口部を形成することにより、同様の方法を用いてより複雑な光導波路用の金型を形成することもできる。

剥離の方法としては、機械的に金型と基板を剥離すればよい。

しかしながら、金型が大判化すると剥離時に変形する場合があるため、基板、マスク層、メッキ層を順次裏面よりエッチング除去する方法を取ることにも可能である。

【0034】

基板及びメッキ層上に犠牲層を設けた後に金型を形成する場合には、犠牲層を除去することにより金型と基板を剥離することが可能である。

この場合、犠牲層をエッチングするエッチャントにより金型(マスター)が腐蝕されないよう犠牲層の材料を選ぶ。

犠牲層をエッチングするエッチャントによりメッキ層及び基板も腐蝕されない場合、メッキ層を形成した基板を金型用の金型(マスター)として、複数回使用することが可能であり、金型が複数回の使用により傷、汚れ等により使用できなくなった場合に、同様の方法により金型を容易に作製できる。

【0035】

光導波路用金型の材料としては、メッキ層を形成した基板上に形成でき、かつ剥離できるものであれば、樹脂、金属、絶縁体等の何れの材料も用いることができる。

簡略な金型の形成方法としては、樹脂や金属、

this mold the shape of optical waveguide which it formed with molding shape of the plated layer 42 becomes equal.

As material of optical waveguide, it can use material whose exfoliation of mold for optical waveguide is easy.

[0032]

mold for above-mentioned optical waveguide does not need because it can form directly from mold (master) which was formed with electroplating, be able to produce expensive facility with low cost, in addition it becomes easily to large format also possible to convert.

Furthermore, it controls size of plated layer, with plating time, plating temperature with place observation it to be possible, optical waveguide width can be controlled easily and high precision.

[0033]

In addition, adjusting to arrangement of optical waveguide in mask layer, from it is possible also by forming slit opening part of plural, making use of similar method to form mold for complex optical waveguide.

As method of exfoliation, if mold and substrate should have been exfoliated in mechanical.

But, when mold converts to large format, when exfoliating because there are times when it becomes deformed, substrate, mask layer, plated layer etching is removed also it is possible from sequential back surface to take method which.

[0034]

After providing sacrifice layer on substrate and plated layer, when mold is formed, mold and substrate it peels off by removing sacrifice layer it is possible.

In this case, in order for mold (master) not to corrode by etchant which sacrifice layer etching is done material of sacrifice layer is chosen.

When either plated layer or substrate do not corrode by etchant which sacrifice layer etching is done, multiple times uses mold for mold (master) as substrate which formed plated layer, being possible, when it cannot use mold scar, with such as it becomes dirty with use of multiple times and and becomes, mold can be produced easily with similar method.

[0035]

As material of mold for optical waveguide, be able to form, if it is something which at same time can be exfoliated, you can use the resin, metal, insulator or other each material on substrate which formed plated layer.

As formation method of simple mold, coating fabric it does

ガラスの溶融または溶解した溶液を、メッキ層が形成された基板の上に塗布し硬化した後に、上述した剥離の方法により剥離し形成する。

この場合、金型材料としては基板やメッキ層が熱損傷や合金化しない材料を選択する。

【0036】

他の方法としては、基板を陰極としてメッキ層及びマスク層上に金型を順次電気メッキして形成する。

犠牲層を用いるのであれば、犠牲層上に金型用電極層を形成し、該金型用電極層を陰極として電気メッキを行う。

上記方法により作製した光導波路用金型を用いても、モールディングにより光導波路を作製することができる。

【0037】

これにより、低コストで且つ容易に、任意のパターン形状の光導波路を作製することが可能となる。

【0038】

更に、本発明の光導波路作製方法はモールディングによる作製方法であるため、任意の基板あるいはシート上への光導波路形成が行える。

半導体ウェハ上へも光導波路の形成が行えるため、様々な光素子や電子素子との一体化に適し、光を信号やデータ転送に使う所謂光インタコネクション装置を広い範囲に適用できる。

【0039】

【発明の実施の形態】

以下、具体的な本発明の実施の形態を図を参照しつつ説明する。

【0040】

[第1実施例]本発明の第1実施例の光導波路の作製方法を、図5から図7を用いて、以下に詳細に説明する。

【0041】

まず、図5(a)で使用する基板の構成を説明する。

メッキ形成用基板51に電極層52を形成し、さらにマスク層53を形成する。

solution which it melts or melts, or of resin and metal, glass, on substrate where plated layer was formed after hardening, it peels off with the method of exfoliation which description above is done and forms.

In this case, substrate and plated layer heat damage and select material which alloying is not done as mold material charge.

[0036]

As other method, sequential electroplating doing mold on plated layer and the mask layer with substrate as cathode, it forms.

If sacrifice layer is used, electrode layer for mold is formed with respect to sacrifice layer, electroplating is done with electrode layer for said mold as the cathode.

Making use of mold for optical waveguide which is produced with the above-mentioned method, optical waveguide can be produced with molding.

[0037]

Because of this, and becomes easily, optical waveguide of pattern of the option is produced possible with low cost.

[0038]

Furthermore, because it is a preparation method with molding, substrate of the option or optical waveguide formation to on sheet can do optical waveguide fabrication method of this invention.

Even to on semiconductor wafer because it can form optical waveguide, it is suited for various optical element and unification of electronic element, light it can apply generally known optical yne tach ね comb よん equipment which is used in signal and data transfer to wide range.

[0039]

[Embodiment of the Invention]

Below, while referring to figure, you explain form of execution of exemplary this invention.

[0040]

preparation method of optical waveguide of first Working Example of [first Working Example] this invention, making use of the Figure 7 from Figure 5, you explain in detail below.

[0041]

First, constitution of substrate which is used with Figure 5 (a) is explained.

electrode layer 52 is formed in plating forming substrate 51, furthermore mask layer 53 is formed.

メッキ形成用基板材料としては、金属、半導体(シリコンウエハ等)、絶縁体(ガラス、石英、高分子フィルムなど)の何れの材料を使用することも可能である。

メッキ形成用基板 51 として金属材料を使用するのであれば、電極層 52 を形成する必要はない。

また、半導体を用いる場合、電気メッキが可能な程度の導電性を有するのであれば、必ずしも電極層 52 を形成する必要はない。

但し、基板として金属、半導体を用いる場合、全面が電着液に晒される為、金型形成面以外にも電着層が形成されてしまうので、所望の面のみに電着層を形成させたいのであれば、絶縁体を用いるのが好ましい。

或は、金属、半導体の表面を部分的に絶縁化したものを用いるのもよい。

【0042】

電極層 52 としては、メッキ液にさらされるために、使用するメッキ液に腐蝕されない材料より選択される。

マスク層 53 としては絶縁性を有することが必要であり、電気メッキ時に電極層 52 とメッキ液との間の絶縁を保つ。

マスク層 53 は絶縁性を有する材料であればよく、無機絶縁体、有機絶縁体のいずれも使用することができる。

【0043】

メッキ形成用基板 51 上に金型を形成するため、うねりや表面荒さの小さい基板を使用するのが好ましい。

また、メッキ層の内部応力や熱応力により基板が反る場合がある為、基板としては、平坦性の良好な、ヤング率の大きな金属板、ガラス基板、シリコンウエハ等を使用することが好ましい。

【0044】

電極層 52 及びマスク層 53 を基板 51 上に厚く形成すると、形成方法により表面荒さが増す場合がある。

このため、電極層 52 及びマスク層 53 の形成方法としては、真空蒸着法、スピコート法、ディップ方法等の薄膜形成方法を用いる。

【0045】

As plating forming substrate material, metal, semiconductor (silicon wafer etc), also it is possible to use no material of the insulator (glass, quartz, polymer film etc).

It is not necessary to use metallic material as plating forming substrate 51, to form electrode layer 52.

In addition, when semiconductor is used, it is not necessary to possess electroconductivity of extent where electroplating is possible, always to form the electrode layer 52.

However, as substrate, when metal, semiconductor is used, because entire surface is exposed to electrodeposition liquid, because electrodeposition layer is formed in addition to the mold formation aspect, it is desirable to want to form electrodeposition layer on only desired aspect, insulator to use.

Or, also it is good to use those which surface of metal, semiconductor to partially insulating are converted.

【0042】

As electrode layer 52, because it is exposed to plating liquid, it is selected from material which does not corrode in plating liquid which is used.

It possesses insulating property, as mask layer 53 being necessary, it maintains insulating between electrode layer 52 and plating liquid at time of the electroplating.

If mask layer 53 should have been material which possesses insulating property, in each case of inorganic insulator, organic insulator can use.

【0043】

In order to form mold on plating forming substrate 51, it is desirable to use the substrate where roughness and surface roughness are small.

In addition, because there are times when substrate curves with the internal stress and thermal stress of plated layer, satisfactory of planarity, uses the metal sheet, glass substrate, silicon wafer or other where Young's modulus is large as substrate, is desirable.

【0044】

When electrode layer 52 and mask layer 53 are formed thickly on substrate 51, there are times when surface roughness increases with formation method.

Because of this, vacuum vapor deposition method, spin coating method, dip method or other thin film formation method is used as formation method of electrode layer 52 and mask layer 53.

【0045】

次に、図 5(b)に示すように、マスク層 53 にスリット状開口部 54 を形成する。

開口部 54 を通じてメッキ層を形成し、マスク層 53 上にもメッキ層が成長する。

開口部幅を小さくすることにより、より小径の光導波路の形成が可能である。

開口部形成に当たっては、微小な開口を形成することが可能な半導体フォトリソグラフィとエッチングによりマスク層 53 に開口部 54 を形成する。

マスク層 53 として、フォトレジストを用いるとエッチングの工程を省略できるので好ましい。

【0046】

メッキは、図 7 に示すように、開口部を形成したメッキ形成用基板をワーク 71 として金属イオンを含むメッキ液 73 に浸け、陽極板 72 との間を外部電源 74 と繋げて電流を流し、開口部 54 にメッキ層を形成する。

このことで、まず図 5(c)に示すように開口部 54 にメッキ層 55 が形成される。

この際、メッキ中に開口部近傍でのメッキ液 73 の流動が起きないようにする。

微小な開口部 54 にメッキ成長する際に、開口部近傍でメッキ液の流動があると、流動の上流側に比べて下流側のメッキ成長速度が増大し、メッキ層がスリット状開口部中心に対して非対称に成長する。

従って、非対称となるメッキ層を金型には使用できないので、この様にする。

【0047】

メッキ液 73 の流動が起きないようにする方法としては、メッキ中にメッキ浴を攪拌しない方法がある。

他の方法としては、基板近傍にメッキ液の拡散ができ且つ流動を阻害するようなメッシュを設ける方法がある。

特に、攪拌しない方法は簡便である。

本実施例では、攪拌しない方法を用いた。

【0048】

メッキを行なう場合は、メッキ層の内部応力や、メッキ浴の温度を上げて電気メッキを行なう為に生じる熱応力により基板が反ることがある。

As next, shown in Figure 5 (b), slit opening part 54 is formed in mask layer 53.

plated layer is formed via opening part 54, plated layer grows even on mask layer 53.

Formation of optical waveguide of small diameter is possible by making opening part width small.

At time of opening part formation, fine opening is formed forms opening part 54 in mask layer 53 with possible semiconductor photolithography and etching .

As mask layer 53, when photoresist is used, because step of etching can be abbreviated, it is desirable.

【0046】

plating, as shown in Figure 7, dampen け, being able to connect between anode boards 72 with external power supply 74 in plating liquid 73 which includes the metal ion with plating forming substrate which formed opening part as work 71 lets flow the current, forms plated layer in opening part 54.

Now, as shown first in Figure 5 (c), plated layer 55 is formed to opening part 54.

In this case, flow of plating liquid 73 with opening part vicinity that tries does not occur in plating.

When plating growth doing in fine opening part 54, when there is flow of plating liquid with opening part vicinity, plating growth speed of downstream side increases in comparison with upstream side of flow, plated layer grows in asymmetry vis-a-vis slit opening part center.

Therefore, because plated layer which becomes asymmetry cannot be used for mold, it makes this way.

【0047】

There is a method which does not agitate plating bath in plating as the method which flow of plating liquid 73 that tries does not occur.

As other method, it can designate scattering of plating liquid as the substrate vicinity and there is a method which provides mesh which obstructs flow.

Especially, method which is not agitated is simple.

With this working example, method which 攪 framework is not done was used.

【0048】

When plating is done, increasing internal stress of plated layer, and the temperature of plating bath substrate curves with thermal stress which it occurs in order to do electroplating is.

樹脂のヤング率及び降伏応力は金属や無機物に比べて小さく4桁以上の差がある。

これより、導電体やメッキ層と略同程度の膜厚の樹脂よりなるマスク層では、金型は容易に反ってしまう。

また、応力のみならず、樹脂ではメッキ浴により膨潤する問題があるため、樹脂をマスク層に用いる場合は、導電性基板あるいは電極層を有する基板の厚みに比べてマスク層を薄くすることがよい。

【0049】

図5(c)に示すようにメッキ浴73中の金属イオンが電気化学反応により、開口部54にメッキ層55が形成され、さらにメッキを続けることで図5(d)に示すようにマスク層53面上にもメッキ層が広がる。

【0050】

金属イオンを含むメッキ液73中で微小な開口部54にメッキを行うと、メッキ液中の金属イオンがメッキ層に集中し、メッキの析出が成長方向としては等方的に進行し、半円筒状構造体56が形成される。

開口部54の寸法が陽極板に比べて小さく、また金属イオンが一樣にメッキ液73中に溶解しているため、メッキ成長が等方的となる。

【0051】

ここでは、作製する光導波路としてはその幅が数 μm から数10 μm の範囲であり、このため、スリット(開口部54)の開口幅は所望の光導波路幅よりも小さくする必要がある。

電気メッキでは、メッキ時間、メッキ温度を制御してメッキ層の厚さを容易に制御することが可能である。

【0052】

主な、メッキ金属としては単金属では、Ni、Au、Pt、Cr、Cu、Ag、Zn等、合金では、Cu-Zn、Sn-Co、Ni-Fe、Zn-Ni等があるが、他の電気メッキが可能な材料であれば用いることは可能である。

特に、Ni、Cr、Cuは光沢メッキが容易にできる点で、メッキ材料として好ましい。

As for Young's modulus and yield stress of resin to be small there is a difference above four digits in comparison with metal and inorganic substance.

From this, with mask layer which consists of resin of film thickness of conductor and plated layer and abbreviation same extent, as for mold it curves easily.

In addition, because there is a problem which stress furthermore, with resin swelling is done with plating bath, when resin is used for mask layer, mask layer is made thin, in comparison with the thickness of group board which possesses electrically conductive substrate or electrode layer it is good.

[0049]

As shown in Figure 5(c), metal ion in plating bath 73 plated layer 55 is formed by opening part 54 by electrochemical reaction, as furthermore by fact that plating is continued shown in Figure 5(d), plated layer spreads even on the mask layer 53 surfaces.

[0050]

When in plating liquid 73 which includes metal ion plating is done in the fine opening part 54, metal ion in plating liquid concentrates on plated layer, precipitation of plating advances to isotropic as growth direction, half cylinder structure 56 is formed.

Because dimension of opening part 54 it is small in comparison with the anode board, in addition metal ion is dissolving evenly in plating liquid 73, plating growth becomes isotropic.

[0051]

Here, as optical waveguide which is produced with width from several μm in range of several 10 μm , because of this, as for opening width of slit (opening part 54) it is necessary to make small in comparison with the desired optical waveguide width.

With electroplating, controlling plating time, plating temperature, it controls thickness of the plated layer it is possible easily.

[0052]

With single metal, with alloy such as Ni, Au, Pt, Cr, Cu, Ag, Zn, there is a Cu-Zn, Sn-Co, Ni-Fe, Zn-Ni etc, the main thing, as plated metal, but if it is a material where other electroplating is possible, it is possible to use.

Especially, as for Ni, Cr, Cu in point which can make gloss plating easy, it is desirable as plating material charge.

【0053】

また、メッキ浴に Al_2O_3 、 TiO_2 、PTFE 等の分散粒子を付加することによる分散メッキも、電気メッキの中で、部分円筒状構造体の形成に利用できる。

金型の機械的強度、耐食性を分散粒子により向上することが可能となる。

【0054】

このように形成した部分円筒状メッキ層を有する基板上に光導波路用金型を形成する。

金型を形成する方法としては、部分円筒状メッキ層を有する基板上に、金型となる材料を溶融または溶解した液でもって塗布し硬化する方法が用いられる。

この時、金型材料とメッキ層との剥離性の良い各材料を選ぶ。

剥離することで光導波路用金型が形成できる。

【0055】

光導波路用金型を形成する他の方法としては、電気メッキ液を変え、他のメッキ材料を図 5(d)の部分円筒状構造体 56 上に析出させ、基板上に連続した膜を形成するまでメッキを行い、金型を形成する方法がある。

この方法の剥離は、金型材料とメッキ層に剥離性の良い材料を選び剥離する。

あるいは、基板、マスク層、メッキ層等の何れかをそれぞれのエッチャントによりエッチング除去し、光導波路用金型を残すことにより行う。

この場合、前記エッチャントにエッチング耐性のある金型材料を選ぶ。

【0056】

剥離を行う方法としては、他に、犠牲層を導入する方法がある。

光導波路用金型を電気メッキにより形成する。

この方法では、図 5(e)に示す様に基板上に犠牲層 57 を形成する。

次に、電気メッキ用の金型用電極層 58 を形成する。

この金型用電極層 58 を陰極として、金属イオンを含むメッキ液中で電気メッキを行い金型 61 を

[0053]

In addition, by fact that Al_2O_3 , TiO_2 , PTFE or other dispersed particle is added to plating bath in the electroplating, it can utilize also dispersed plating, in formation of the portion cylinder structure.

It improves it becomes possible mechanical strength, corrosion resistance of mold depending upon dispersed particle.

[0054]

This way mold for optical waveguide is formed on group board which possesses portion cylinder plated layer which was formed.

On group board which possesses portion cylinder plated layer as method which forms mold, having with liquid which it melts or melts material which becomes mold, coating fabric it does and it can use the method which it hardens.

This time, each material where release property of mold material charge and plated layer is good is chosen.

It can form mold for optical waveguide by fact that it peels off.

[0055]

electroplating liquid is changed as other method which forms mold for the optical waveguide, other plating material charge is precipitated on portion cylinder structure 56 of Figure 5 (d), until film which is continued on substrate is formed there is a method which does plating, forms mold.

Exfoliation of this method chooses mold material charge and material where the release property is good to plated layer and peels off.

Or, etching it removes substrate, mask layer, plated layer or other which with respective etchant, it does by leaving mold for optical waveguide.

In this case, mold material charge which has etching resistance in the aforementioned etchant is chosen.

[0056]

There is a method which introduces sacrifice layer into other things, as method which exfoliates.

mold for optical waveguide is formed with electroplating.

With this method, as shown in Figure 5 (e), sacrifice layer 57 is formed on substrate.

Next, electrode layer 58 for mold of electroplating is formed.

With electrode layer 58 for this mold as cathode, electroplating is done in the plating liquid which includes

形成する(図 6(a))。

この後に、犠牲層 57 をエッチング除去することで、金型用電極層 58 を有する金型 61 と、メッキ層 56 を有する基板 51 が剥離できる(図 6(b))。

次に、金型用電極層 58 をエッチング除去することで金型が形成できる(図 6(c))。

【0057】

図 5 から図 6 の作製フローでは金型用電極層 58 を除去したが、モールドイングにて光導波路を形成する工程にて、金型用電極層 58 により光導波路面を汚染する、あるいは金型用電極層の降伏応力が小さく傷が付きやすい等の問題が発生しないのであれば、金型用電極層 58 を除去しなくてもよい。

【0058】

図 5 から図 6 の作製フローでは、犠牲層 57 をメッキ層 56 及びマスク層 53 上に形成したが、犠牲層 57 を形成せず、電極層 58 を犠牲層として利用し、図 6(a)から(b)に至る犠牲層除去の工程で、電極層 58 をエッチング除去しても図 6(c)の金型 61 を形成することが可能である。

【0059】

以上説明した作製方法により、本実施例の光導波路用金型を作製することが可能となる。

【0060】

次に、光導波路の作製方法について説明する。

ここでは、樹脂よりなる光導波路について説明する。

図 6(d)に示すように、前述した工程で得られた光導波路用金型 61 上に、樹脂 62 を塗布し、次いで支持基板 63 を樹脂 62 の上から載せ、樹脂が均一な平面を得てから、用いた樹脂の硬化条件に合わせて硬化する。

熱硬化樹脂、紫外線硬化樹脂、電子線硬化樹脂をそれぞれ加熱、紫外線照射、電子線照射等により硬化させる。

紫外線照射の際は光導波路の裏面側より光を照射する。

このため、支持基板 63 を使用する場合には光透過する支持基板を使用する。

metal ion mold 61 is formed (Figure 6 (a))).

After this, by fact that etching it removes sacrifice layer 57, the group board 51 which possesses mold 61 and plated layer 56 which possess electrode layer 58 for mold can exfoliate (Figure 6 (b)).

Next, mold can form by fact that etching it removes the electrode layer 58 for mold (Figure 6 (c)).

[0057]

With production flow of Figure 6 electrode layer 58 for mold was removed from Figure 5, it is not necessary, but with step which forms optical waveguide with molding, optical waveguide aspect is polluted with the electrode layer 58 for mold, if or or other problem to which yield stress of electrode layer for mold is easy to be attached scar small does not occur, to remove electrode layer 58 for mold.

[0058]

From Figure 5 with production flow of Figure 6, sacrifice layer 57 was formed on plated layer 56 and mask layer 53, with step of sacrifice layer removal where, but it does not form sacrifice layer 57, utilizes the electrode layer 58 reaches to (b) from Figure 6 (a) as sacrifice layer, etching removing electrode layer 58, it forms mold 61 of Figure 6 (c) it is possible.

[0059]

mold for optical waveguide of this working example is produced becomes possible above depending upon preparation method which is explained.

[0060]

Next, you explain concerning preparation method of optical waveguide.

Here, you explain concerning optical waveguide which consists of resin. TRANSLATION STALLED

As shown in Figure 6 (d), on mold 61 for optical waveguide which is acquired with step which is mentioned earlier, coating fabric to do the resin 62, to place supporting substrate 63 next from on resin 62, after resin obtaining uniform plane, adjusting to curing condition of resin which is used it hardens.

thermal curing resin, ultraviolet light curing resin and electron beam curing resin are hardened with respective heating and ultraviolet light illumination, electron beam illumination etc.

Case of ultraviolet light illumination light is irradiated from back side of optical waveguide.

Because of this, when supporting substrate 63 is used, supporting substrate which light transmission is done is used.

[0061]

硬化時には、気泡が形成されないようにする。

樹脂を塗布する場合には、脱気を行うとよい。

硬化後に、樹脂 62 は金型 61 から剥離され光導波路が形成される。

硬化した部分円筒体の樹脂が光導波路コアとなるが、クラッドとしては支持基板そのものを使用してもよいし、また、支持基板に予め十分な層厚のクラッド層を成膜しておいて、樹脂成形によるコアを形成してもよい。

この際、クラッド層はコアより低屈折率な材料が選択される。

支持基板は光導波路から剥離して、使用してもよい。

[0062]

光導波路となる樹脂としては、光導波路を用いる発光または受光素子が利用する光の波長領域で光透過可能な材料を用いる。

上記方法で光導波路を作製する場合には、従来の手法と比べて、光導波路、支持基板の材料に対する制限を少なくすることができる。

樹脂の代わりに溶融したガラスを使用すれば、ガラスの光導波路を作製できる。

[0063]

[第 2 実施例]本発明の光導波路の作製方法によれば、任意のパターン形状を有する光導波路を形成することが容易にできる。

例えば、光導波路用金型を作製するスリット状のメッキ開口部を曲折したパターンで形成すれば、図 8 に示すように導波光の伝播方向を曲げられる L 字形の光導波路 81 が作製される。

等方的メッキ成長のおかげで、光導波路の曲折部 82 は部分球面体ないしそれに近い形状をなし、全反射の曲面コーナーとなる。

そのため、導波光は散乱や透過で損失することなく曲折伝播していく。

[0064]

同様に、Y 字形のスリットを形成して作製したメ

[0061]

When hardening, gas bubble that tries is not formed.

When coating fabric it does resin, outgassing should have beendone.

After hardening, resin 62 is exfoliated from mold 61 and optical waveguide is formed.

resin of portion cylinder which it hardens becomes optical waveguide core, but it ispossible to use supporting substrate itself as cladding and, in addition, the film formation designating cladding layer of sufficient layer thickness beforehand as supporting substrate, itis possible to form core with resin molding .

In this case, cladding layer low index of refraction material is selected from the core.

Peeling off from optical waveguide, it is possible to use supporting substrate.

[0062]

light transmission possible material is used with light wavelength domain which light emitting or the photodetector which uses optical waveguide as resin which becomes optical waveguide,utilizes.

When optical waveguide is produced with above-mentioned method, therestriction for material of optical waveguide、 supporting substrate in comparison with conventional technique,can be made less.

If glass which is melted in place of resin is used, optical waveguide of glass can be produced.

[0063]

According to preparation method of optical waveguide of [second Working Example] this invention, optical waveguide whichpossesses pattern of option is formed can make easy.

If plating opening part of slit which produces mold for for example optical waveguide isformed with pattern which bends, as shown in Figure 8, optical waveguide 81 of"L"-shape which can bend propagation direction of wave conduction light is produced.

With favor of isotropic plating growth, bent part 82 of optical waveguide portion spherical surface body orforms shape which is close to that, becomes curved surface corner of the total reflection.

Because of that, wave conduction light without losing with scattering andtransmission bends and propagates.

[0064]

In same way, forming slit of Y-shape, according to the plating

ツキ金型によれば、図 9 に示すような Y 字形の光分岐/合流導波路 91 が形成される。

図 8 の例と同様、屈曲部分は滑らかであり、分岐による導波光の散乱損失は極めて小さくなる。

【0065】

図 10 は多入力の光合流器の金型の模式図である。

メッキを析出させるマスクの開口部のパターン 101 を、合流前、合流後の光導波路部 102、103 は細く、スラブ光導波路となる領域 104 は広くすることで、任意の 2 次元形状を有する光導波路金型の形成が行われる。

【0066】

図 11 は光導波路 111 を直交交差させた例である。

この例のように、光導波路を直交配置した場合、交差部 112(この部分も充分滑らかな曲面形状になる)で導波光が広がっても、直交した方向の光導波路へは全反射条件を満たさないため、ほとんど結合しないで放出される。

したがって、交差部 112 で若干の挿入損失は認められるが、光の伝播は交差の有無に関わらず直進方向に行われる。

こういった伝播信号の直交性は、電気の配線では不可能なことである。

【0067】

以上のように本発明によれば、任意のパターンを光導波路として描くことが可能であり、しかも、光導波路材料を型押しして形成が可能のため、光を使った通信、インタコネクション用、計測用、記録用等の光導波路として様々な応用に生かされる。

【0068】

[第 3 実施例]本実施例で使用する光導波路について、図 5、図 6 の作製工程図を再び用いて説明する。

【0069】

酸化ガスを用いて熱酸化し、両面に $1\mu\text{m}$ 厚の Si 薄膜が形成された 6 インチφの Si ウエハを、図 5 に示す基板 51 として用いる。

mold which it produces, light splitting/confluence waveguide 91 of kind of Y-shape which it shows in Figure 9 is formed.

Similarity to example of Figure 8, as for bending part with the smooth, as for scattering loss of wave conduction light quite it becomes small with the branch.

[0065]

Figure 10 is schematic diagram of mold of optical combiner of multi input.

As for domain 104 where pattern 101 of opening part of mask which precipitates plating, optical waveguide section 102, 103 before confluence and after confluence is thin, becomes slub optical waveguide by fact that it makes wide, formation of optical waveguide mold which possesses 2 dimensional shape of option is done.

[0066]

Figure 11 is example which it crosses crosses optical waveguide 111.

Like this example, when it crosses arranges optical waveguide, wave conduction light spreading with intersecting part 112 (Also this portion becomes satisfactory smooth curved surface form.), because total reflection condition is not filled up to the optical waveguide of direction which crosses, without connecting for most part, it is discharged.

Therefore, somewhat insertion loss is recognized with intersecting part 112, but, propagation of light is done in straight advancing direction regardless of presence or absence of intersection.

Orthogonality of such propagated signal with metallization of electricity is impossible thing.

[0067]

Like above according to this invention, you draw pattern of option as optical waveguide being possible, furthermore, embossing doing optical waveguide charge, because formation is possible, it is utilized to various applications for communication and for yne tach ね comb よん which used light, for measurement and as recording or other optical waveguide.

[0068]

Using preparation step figure of Figure 5, Figure 6 again concerning optical waveguide which is used with [third Working Example] this working example, you explain.

[0069]

thermal oxidation it does making use of oxidizing gas, it uses as substrate 51 which shows Si wafer of 6 inch; φ where Si thin film of $1\mu\text{m}$ thick was formed to both surfaces, in Figure 5.

このウェハに、薄膜形成法の一つである電子ビーム蒸着法により、Cr と Au をそれぞれ 10nm、200nm 連続して成膜し電極層 52 を形成する。

【0070】

次に、全芳香族ポリアミド酸溶液をスピン塗布し、熱処理を行なってポリイミド膜からなるマスク層 53 を形成する。

フォトリソグラフィによりフォトレジストを塗布、露光、現像して開口部を設け、酸素を用いた反応性イオンエッチングによりフォトレジストの開口部のマスク層 53 をエッチング除去する。

こうして、電極層 52 を露出させ、開口部 54 を形成する。

【0071】

この後、フォトレジストを剥離する。

開口部 54 はスリット状をしており、その幅はおおよそ $2\mu\text{m}$ である。

図 7 に示すように、このウェハをワーク 71 として用いて、電極層 52 を陰極として、硫酸ニッケルと塩化ニッケルと硼酸及び光沢剤からなる Ni メッキ浴 73 を用いて、浴温 50 deg C、陰極電流密度 $5\text{A}/\text{dm}^2$ で Ni メッキを行なう。

Ni メッキは、まず、開口部 54 から析出、成長し、マスク層 53 上にもメッキ層が広がる。

かくして、図 5(d) に示す半円筒状構造体のメッキ層 56 が形成された。

この場合、部分円筒体の幅が $10\mu\text{m}$ となるまでメッキを析出させた。

この際、陽極板 72 として数センチメートル角の大きさのものを使用すれば、これは、開口部 54 のおおよそ $2\mu\text{m}$ の幅に対して、等方的メッキを実現するのに充分大きい数値である。

【0072】

次に、常圧 CVD (Chemical Vapor Deposition) 法により、PSG (phospho-silicate glass) を 350 deg C にて $1\mu\text{m}$ 成膜し、犠牲層 57 を形成する(図 5(e))。

続いて、電子ビーム蒸着法により、Ti と Au をそれぞれ 10nm、200nm 厚で連続して成膜して金型用電極層 58 を形成し、図 5(e) の金型用の金型を形成する。

【0073】

この金型をワークとして用いて、金型用電極層

In this wafer, 10 nm, 200 nm continuing Cr and Au respectively with electron beam vapor deposition method which is a one of thin film forming method, film formation it does and forms electrode layer 52.

【0070】

Next, wholly aromatic polyamide acid solution spin coating is done, thermal processing is done and mask layer 53 which consists of polyimide film is formed.

Coating fabric, exposing and developing photoresist with photolithography, it provides opening part, etching it removes mask layer 53 of opening part of the photoresist with reactive ion etching which uses oxygen.

In this way, exposing electrode layer 52, it forms opening part 54.

【0071】

After this, photoresist it peels off.

opening part 54 has done slit, width is approximately $2\mu\text{m}$.

As shown in Figure 7, Ni plating is done with bath temperature 50 deg C, cathode current density $5\text{A}/\text{dm}^2$ consists of nickel sulfate and nickel chloride and boric acid and brightener with electrode layer 52 as cathode, making use of Ni plating bath 73 which as work 71 using this wafer.

Ni plating, first, from opening part 54 it precipitates and grows, plated layer spreads even on mask layer 53.

This way, plated layer 56 of half cylinder structure which is shown in Figure 5 (d) was formed.

In this case, until width of portion cylinder becomes $10\mu\text{m}$, the plating was precipitated.

In this case, if those of size of several centimeter square are used as anode board 72, this is satisfactory large numerical value in order to actualize the isotropic plating vis-a-vis width of approximately $2\mu\text{m}$ of the opening part 54.

【0072】

Next, PSG (phospho-silicate glass) $1\mu\text{m}$ film formation is done with 350 deg C with ambient pressure CVD (Chemical Vapor deposition) method, sacrifice layer 57 is formed (Figure 5 (e)).

Consequently, continuing Ti and Au respectively with 10 nm, 200 nm thick with electron beam vapor deposition method, film formation doing, it forms electrode layer 58 for the mold, forms mold for mold of Figure 5 (e).

【0073】

As work using this mold, with aforementioned Ni plating bath

を陰極として、前記 Ni メッキ浴にて浴温 50 deg C、陰極電流密度 5A/dm² で Ni メッキを行ない、金型 61 を形成する(図 6(a))。

次に、フッ酸と弗化アンモニウムとの混合水溶液に図 6(a)の基板を浸漬して、犠牲層 57 である PSG をエッチング除去し、基板 51 と金型 61 を剥離することができた(図 6(b))。

この時、金型用電極層 58 の Ti も同時に除去される。

この後に、金型用電極層 58 の Au を沃素と沃化カリウムの混合水溶液によりエッチング除去し、光導波路用金型を形成する(図 6(c))。

【0074】

剥離後の基板は図 5(d)に示す半円筒状構造体 56 を有する構成であり、図 5(e)、図 6 の工程を行うことにより、再び光導波路用金型を作製することが可能となる。

【0075】

本実施例の光導波路用金型の作製方法において、金型を電気メッキにより形成できるために、同一形状の金型を複数形成することができる。

従来の金型形成方法では、原版は一枚であつたのに対して、本実施例では、金型自体を金型(マスター)で形成し、犠牲層プロセスを用いて複数形成することが可能である。

これにより、一層の低コスト化が達成できる。

【0076】

次に、図 6(d)に示すように、紫外線硬化するフォトリソマーからなる樹脂 62 を金型 61 に滴下し、支持基板 63 となるガラス基板をその上に載せ、次いで紫外線を照射して樹脂 62 を硬化させる。

フォトリソマー 62 はガラス基板 63 より高屈折率であるため、光導波路コアとして機能する。

また、ガラス基板 63 には、以下で述べる発光素子、受光素子および IC チップを実装するための金属膜が一部成膜されている。

また、ここではガラス基板を使用した、同様に透明であり、強度の十分な材料であれば、本実施例に用いる基板として使用できる。

【0077】

Ni plating is done with bath temperature 50 deg C, cathode current density 5A/dm² with electrode layer for mold as cathode, the mold 61 is formed (Figure 6 (a)).

Next, soaking substrate of Figure 6 (a) in mixed aqueous solution of hydrofluoric acid and ammonium fluoride, sacrifice layer 57 etching it removed PSG which is, the substrate 51 and mold 61 it peels off was possible (Figure 6 (b)).

This time, also Ti of electrode layer 58 for mold is removed simultaneously.

After this, Au of electrode layer 58 for mold etching is removed with mixed aqueous solution of iodine and potassium iodide, mold for optical waveguide is formed (Figure 6 (c)).

【0074】

Again as for substrate after exfoliating with constitution which possesses half cylinder structure 56 which is shown in Figure 5 (d), mold for the optical waveguide is produced becomes possible Figure 5 (e), by doing the step of Figure 6.

【0075】

In preparation method of mold for optical waveguide of this working example, because the mold can be formed with electroplating, plural form forming is possible the mold of same shape.

With conventional mold formation method, as for master with this working example, it forms mold itself with mold (master) vis-a-vis being a one layer, plural form it forms making use of sacrifice layer process, it is possible.

Because of this, it can achieve more cost reduction.

【0076】

As next, shown in Figure 6 (d), resin 62 which consists of photopolymer which ultraviolet light curing is done is dripped to mold 61, glass substrate which becomes supporting substrate 63 is placed on that, ultraviolet light is irradiated next and resin 62 is hardened.

photopolymer 62 because it is a high index of refraction from glass substrate 63, functions as the optical waveguide core.

In addition, metal film in order to mount luminescent element, photodetector and IC chip which are expressed at below part film formation is done in glass substrate 63.

In addition, here glass substrate was used, if, but with transparent, it is a sufficient material of intensity in same way, you can use as substrate which is used for this working example.

【0077】

次に、上記の如き光導波路と組み合わされる発光素子および受光素子の作製について説明する。

ここでは、発光素子としては $0.8\mu\text{m}$ 帯の面発光レーザを、受光素子としては pin ホトダイオードを使用した。

【0078】

図 12 において、面発光レーザチップ 1201 は次のような構造を有する。

GaAs 基板 1202 上に、AlGaAs/GaAs 量子井戸活性層 1203 と AlGaAs スペース層とからなる 1 波長共振器を、AlAs/AlGaAs の $1/4$ 波長厚の多層膜 (20~30 組程度) から成る DBR (分布ブラッグ反射) ミラー 1204、1205 で挟むように、MOVPE (有機金属気相成長) 法などによってエピタキシャル成長した構造となっている。

発光領域に電流狭窄を行なうため、円環状に活性層 1203 までエッチングして電流狭窄構造を形成している。

そして、ポリイミドで凹部を埋め込んで平坦化し、 SiN_x 等の絶縁膜を形成して窓開けしてから電極を形成している。

【0079】

本実施例でのレーザチップサイズは、面発光レーザの発光領域が $10\mu\text{m}$ であり、全体のチップは 2mm 角としたが、もちろんサイズは自由に設計できる。

ただし、本実施例では、GaAs 基板上にバンドギャップ波長 $0.83\mu\text{m}$ の AlGaAs/GaAs 活性層 1203 をエピタキシャル成長しているため、GaAs 基板 1202 が吸収体となってしまう。

そこで、GaAs 基板 1202 を DBR ミラー 1204 が露出するまでエッチングにより除去して窓領域 1206 を形成し、基板 1202 側から光を取り出せる構造としている。

【0080】

レーザチップを実装する Si 基板 1207 には、面発光レーザ 1201 に対応する電極パッド 1208 が形成しており、レーザ駆動トランジスタ 1209 も集積している。

Si 基板 1207 上の配線 1208 は Cu/Ni/Au のメッキ等により形成しており、電極パッド部にはハンダがやはりメッキ等により形成してある。

レーザチップ 1201 上の電極部と Si 基板 1207 上の電極パッド 1208 をアライメントして加熱する

Next, you explain as description above concerning production of luminescent element and photodetector which are combined with optical waveguide.

Here, pinphotodiode was used with surface light emission laser of $0.8\mu\text{m}$ band, as photodetector as luminescent element.

【0078】

In Figure 12, surface light emission laser chip 1201 has next kind of structure.

In order on GaAs substrate 1202, 1 wavelength resonator which consists of AlGaAs/GaAs quantum well active layer 1203 and AlGaAs spacer layer, to put between with DBR (Amount fabric Bragg reflection) mirror 1204、1205 which consists of the quarter wavelength thick multilayer film (20 - 30 group extent) of Al As/AlGaAs, it has become structure which the epitaxial growth is done with MOVPE (organometal vapor phase deposition) method etc.

In order to do current occlusion in light emitting domain, in annular etching doing to active layer 1203, it forms current constricting structure.

And, imbedding recess with polyimide, planarization to do, forming the SiN_x or other insulating film, after open window doing, it forms electrode.

【0079】

As for laser chip size with this working example, light emitting domain of surface light emission laser being $10\mu\text{m}$;ph, as for chip of entirety it made 2mm square, but you candesign size of course freely.

However, with this working example, because epitaxial growth it has done AlGaAs/GaAs active layer 1203 of band gap wavelength $0.83\mu\text{m}$ on GaAs substrate, GaAs substrate 1202 becomes absorber.

Then, until DBR mirror 1204 exposes GaAs substrate 1202, removing with etching , itforms window domain 1206, it has made structure which can remove light from substrate 1202 side.

【0080】

electrode pad 1208 which corresponds to surface light emission laser 1201 is formed in Sisubstrate 1207 whichmounts laser chip, accumulates also laser drive transistor 1209.

metallization 1208 on Sisubstrate 1207 is formed by plating etc of Cu/Ni/Au, by the solder and antidrape stiffness plating etc is formed in electrode pad part .

alignment doing electrode on laser chip 1201, and electrode pad 1208 on Sisubstrate 1207 electrical connecting between

ことで、簡単に両者間の電氣的接合が得られる。

【0081】

この電氣的接合はハンダを使う手段以外に、Au電極同士を圧着あるいは超音波をかけて接合する方法もある。

また、導電粒子の入った異方導電性接着剤を塗布して、加圧、加熱してもよい。

この場合、Au配線をメッキで形成して10μm以上の厚さにしておけば、接着剤の異方性を引き出すことができ、歩留まり良く隣り合う配線との絶縁を取りながら電極の接合ができる。

【0082】

一方、受信側基板1210には図12に示すように、pin型ホトダイオード1211が形成されている。

ホトダイオード1211の構造は、図12に概略示すようになっている。

すなわち、p(π)-Si基板1210に受光部となるn領域1212を拡散により形成し、SiO₂等の絶縁膜1213を形成して、リング状の電極1214およびその配線を形成する。

n領域1212との電極コンタクトは、絶縁膜1213にスルーホールを形成して電極1214を埋め込めばよい。

一方、p側は基板裏面にp⁺層を形成し、電極を全面に形成する。

同一基板には信号増幅用のトランジスタ1215が集積されている。

【0083】

以上のように作製した送信側基板1207と受信側基板1210を、本実施例では、光導波路62の形成されたガラス基板63上の金属膜上に実装した。

【0084】

図13および図14は本実施例により作製した光導波路および発光素子、受光素子を含む光インタコネクション装置1301である。

LSIチップ1302の配置に合わせて、光インタコネクション装置1301には、LSI1302とのI(input)/O(output)を光で行うための面発光レーザ1303およびホトダイオード1304を形成したそ

both is acquired by fact that it heats, simply.

【0081】

As for this electrical connecting other than means which uses the solder, there is also a method which applying pressure bonding or ultrasound, connects Au electrode.

In addition, coating fabric doing anisotropically conductive adhesive where conductive particle enters, and it is possible to pressurize heat.

In this case, forming Au metallization with plating, if it makes thickness of 10μm or greater, you pull out anisotropy of adhesive, while it being possible, taking insulating of metallization which yield well is adjacent, it can connect electrode.

【0082】

On one hand, as in called side substrate 1210 shown in Figure 12, pin-type photodiode 1211 is formed.

structure of photodiode 1211 in Figure 12 outline has reached point where it shows.

namely, p(π) domain 1212 which becomes light receiving section in -Si substrate 1210 is formed with scattering, SiO₂ or other insulating film 1213 is formed, electrode 1214 and its metallization of the ring are formed.

electrode contact of n domain 1212, forming through hole in insulating film 1213, should have imbedded electrode 1214.

On one hand, p-side forms p⁺ layer in substrate back surface, forms electrode in entire surface.

transistor 1215 for signal amplifying is accumulated to same substrate.

【0083】

Like above transmitting side substrate 1207 and called side substrate 1210 which are produced, with this working example, were mounted on metal film on glass substrate 63 where optical waveguide 62 was formed.

【0084】

Figure 13 and Figure 14 are optical yne tach ね comb ょん equipment 1301 which includes optical waveguide and luminescent element, photodetector which are produced with this working example.

Adjusting to arrangement of LSI chip 1302, surface light emission laser 1303 in order to do I (input) / O (output) of LSI 1302 with light and respective substrate which formed photodiode 1304 are mounted in optical yne tach ね comb ょ

れぞれの基板が実装されている。

そして、面発光レーザ 1303 およびフォトダイオード 1304 の入出射位置に対応するように、光インタコネクション装置 1301 裏面には光導波路 1305 が張り巡らされている。

【0085】

図 14 にはその上下位置関係を分かりやすくするために、概略の断面図を示している。

面発光レーザ 1303 からの出射光が、光導波路 1305 による経路 1401 でフォトダイオード 1304 に伝送される様子を表している。

LSI チップ 1302 を図 13 のように光インタコネクション装置 1301 に実装することで、チップ間のデータ転送を、光を信号として、並列に高速に行うことができる。

【0086】

[第 4 実施例] 本実施例の発光素子は、 $0.98\mu\text{m}$ 帯の面発光レーザを使用した。

図 15 において、面発光レーザ 1501 は次の構造を持つ。

GaAs 基板 1502 上に、InGaAs/GaAs からなる歪み 2 重量子井戸活性層と AlGaAs スペース層からなる 1 波長共振器を、AlAs/AlGaAs の 1/4 波長厚の多層膜から成る DBR ミラーで挟む構造を積層している。

発光領域 1503 に電流狭窄を行なうため、円環状に活性層近傍までエッチングした後、ポリイミドで凹部を埋め込んで平坦化している。

この際、エッチングして現れた DBR ミラーの側面の AlAs 層のみ選択酸化して、さらに電流狭窄化してもよい(第 3 実施例でも同様にしてよい)。

本実施例では、発振波長が $0.98\mu\text{m}$ なので GaAs 基板 1502 を透過させることができる。

ここでは、面発光レーザ 1501 からの光が放出できるように電極 1504 の一部に窓をあけている。

また、同一基板 1502 上にはショットキーバリア型 FET(不図示)も集積化しており、面発光レーザの駆動トランジスタとして機能する。

ん equipment 1301 .

In order and, to correspond to entrance emitting position of surface light emission laser 1303 and the photodiode 1304, optical waveguide 1305 stretches in optical yne tach ネ comb よん equipment 1301 back surface and is reflected upon.

【0085】

In order up-down positional relationship to understand to make easy, sectional view of outline has been shown in Figure 14 .

emitted light from surface light emission laser 1303, with optical waveguide 1305 with pathway 1401 has displayed circumstances which transmission are done in photodiode 1304.

By fact that LSI chip 1302 like Figure 13 is mounted in optical yne tach ネ comb よん equipment 1301, data transfer between chip, in parataxis it does in high speed, with light as signal, is possible .

【0086】

luminescent element of [4 th Working Example] this working example used surface light emission laser of $0.98\mu\text{m}$ band.

In Figure 15, surface light emission laser 1501 has following structure.

On GaAs substrate 1502, 1 wavelength resonator which consists of distortion double quantum well active layer and AlGaAs spacer layer which consist of InGaAs/GaAs, structure which is put between with the DBR mirror which consists of quarter wavelength thick multilayer film of Al As/AlGaAs is laminated.

In order to do current occlusion in light emitting domain 1503, to active layer vicinity etching after doing, imbedding recess to annular with polyimide, planarization it has done.

In this case, etching doing, only Al As layer of side surface of the DBR mirror which appears doing selective oxidation, furthermore to current occlusion it is possible to convert, (Even with third Working Example it is possible to make similar.).

Because with this working example, excitation wavelength is $0.98\mu\text{m}$, GaAs substrate 1502 can be transmitted.

Here, in order to be able to discharge light from surface light emission laser 1501, the window is opened to portion of electrode 1504.

In addition, shot key barrier type FET (not shown in the diagram) integration it is done to on the same substrate 1502, it functions as drive transistor of surface light emission laser.

【0087】

図 15 に示す構造のように、受光素子としては、ショットキーバリア型ホトダイオード 1505 を用いた。

半導体基板上に図 15 のような櫛形電極 1506 を設けるだけで、高感度、高速な光検出器が得られ、これは MSM(Metal-Semiconductor-Metal)ホトダイオードと呼ばれている。

本実施例では、半絶縁性の GaAs 基板 1507 にアンドープの GaAs バッファ層 1508 を 1.5 μ m 厚にエピタキシャル成長し、絶縁膜 1509 として SiNx を成膜してから窓領域を形成して、図 15 のような櫛形電極 1506 を作製している。

この MSM ホトダイオード 1505 は、第 3 実施例と同様に、各光導波路 1511 の光出力端に対応する位置に作製してある。

【0088】

以上のように作製した発光素子、受光素子を Si ウェハ上に第 3 実施例と同様の手法により実装した。

【0089】

つづいて、光導波路の作製方法を説明する。

メッキ用基板として、6 インチ角の石英ガラス基板を用いた。

ここで、メッキ層には、Ni メッキ浴を用いている。

基板及び開口部の寸法は第 3 実施例と同様とした。

次に、図 5(e)の犠牲層を形成せず、Ti と Au からなる金型用電極層を、直接、メッキ層を有する基板(図 5(d))上に形成する。

この後、金型用電極層を陰極として、シアン化金カリウムとリン酸-水素カリウムとキレート剤及び光沢剤からなる金メッキ浴を用いて、浴温 40 deg C、陰極電流密度 1A/dm²で Au メッキを行ない、Au よりなる金型を形成する。

このようにしてメッキ層を有する基板上に Au の金型を形成できた。

【0090】

次に、金型の剥離工程について説明する。

まず、基板をフッ酸と弗化アンモニウムの混合水溶液により除去し、電極層を Ar を用いたイオ

【0087】

Like structure which is shown in Figure 15, shot key barrier type photodiode 1505 was used as photodetector.

Just provides comb shape electrode 1506 like Figure 15 on semiconductor substrate, high sensitivity, high speed photodetector to be acquired, this is called MS M (metal-Semiconductor-metal) photodiode.

With this working example, in GaAs substrate 1507 of semiinsulating epitaxial growth to do GaAs buffer layer 1508 of undoped in 1.5 μ m thick, after film formation doing SiNx, as the insulating film 1509 forming window domain, it produces comb shape electrode 1506 like Figure 15.

This MS M photodiode 1505 in same way as third Working Example, is produced in position which corresponds to light output edge of each optical waveguide 1511.

【0088】

Like above luminescent element, photodetector which is produced was mounted with technique which is similar to third Working Example on Si wafer.

【0089】

Continuing, you explain preparation method of optical waveguide.

As substrate for plating, quartz glass substrate of 6 inches-square was used.

Here, Ni plating bath is used to plated layer.

dimension of substrate and opening part made similar to third Working Example.

Next, sacrifice layer of Figure 5 (e) is not formed, electrode layer for the mold which consists of Ti and Au, directly, is formed on group board (Figure 5 (d)) which possesses plated layer.

Au plating is done with bath temperature 40 deg C, cathode current density 1A/dm² after this, with electrode layer for the mold as cathode, making use of gold plating bath which consists of the potassium aurocyanide and phosphoric acid-hydrogen potassium and chelator and brightener, mold which consists of Au is formed.

mold of Au could be formed on group board which possesses plated layer this way.

【0090】

Next, you explain concerning stripping step of mold.

First, it removes substrate with mixed aqueous solution of hydrofluoric acid and ammonium fluoride, after removing

ンミリングにより除去した後に、TMAH(Tetramethyl ammoniumhydroxide)水溶液に浸漬し、ポリイミド膜のマスク層を除去する。

このようにして、基板と電極層とマスク層を除去し、半円筒状構造体が埋め込まれた金型を形成する。

最後に、80 deg C に加熱した硫酸水溶液に金型を浸漬し、Ni メッキの半円筒状構造体をエッチング除去し、図 6(c)に示すと同様の金型を形成できた。

【0091】

次に、面発光レーザ 1501 および MSM ホトダイオード 1505 を実装した Si ウェハ上へ、全芳香族ポリアミド酸溶液を滴下し、スピコートを経て熱硬化することでポリイミドからなるクラッド層 1510 を形成する。

続いて、クラッド層 1510 とは異なる全芳香族ポリアミド酸溶液を上記金型上に塗布し、クラッド層 1510 上で圧着、熱硬化した後、金型を剥離することで光導波路コア 1511 を形成することができた。

コアとなるポリイミドはクラッド層 1510 より高屈折率の材料である。

【0092】

本実施例により、発光素子、受光素子、電子回路、光導波路が一体化したコンパクトで歩留まりの良い光インタコネクション装置を実現できる。

【0093】

[第 5 実施例]本発明による第 5 の実施例は、SOI(Silicon on Insulator)基板を光導波路基板、および光素子、電子素子の実装基板として用いている。

面発光レーザの光出力は、第 3 および第 4 の実施例と同様、光導波路を伝播させて、ホトダイオードで光検出するものである。

【0094】

図 16 で、Si 基板 1601 上に SiO₂1602 およびアンダーレイ Si 層(0.3 μm 程度)1603 が形成された SOI 基板に、第 4 実施例と同様に、MSM ホトダイオード 1604 が形成されている。

また、素子分離のために p 拡散層 1605 が設けられ、面発光レーザ駆動用のドライバとしてバイ

electrode layer with ion milling which uses Ar, it soaks in TMAH (Tetramethyl ammonium hydroxide) aqueous solution, removes mask layer of polyimide film.

This way, substrate and electrode layer and mask layer are removed, mold where half cylinder structure was imbedded is formed.

When lastly, it soaks mold in sulfuric acid water solution which is heated to 80 deg C, etching removes half cylinder structure of Ni plating, shows in the Figure 6 (c) similar mold could be formed.

[0091]

Next, wholly aromatic polyamide acid solution is dripped to on Si wafer which mounts surface light emission laser 1501 and MS Mphotodiode 1505, by spin coating passes and cladding layer 1510 which consists of polyimide by fact that thermal curing it does is formed.

Consequently, cladding layer 1510 coating fabric it did wholly aromatic polyamide acid solution which differs on above-mentioned mold, on cladding layer 1510 the pressure bonding, thermal curing after doing, mold optical waveguide core 1511 it is formed it was possible by fact that it peels off.

polyimide which becomes core is material of high index of refraction from the cladding layer 1510.

[0092]

With this working example, optical yne tach ne comb yon equipment where yield is good with compact which luminescent element, photodetector, electronic circuit, optical waveguide unifies can be actualized.

[0093]

Working Example of 5 th has used SOI (silicon-on-insulator) substrate with [5 th Working Example] this invention as mounting substrate of optical waveguide substrate, and optical element, electronic element.

light output of surface light emission laser, similarity to Working Example of 3 rd and 4 th, propagating optical waveguide, light is detected is something which with the photodiode.

[0094]

With Figure 16, SiO₂1602 and undoped Si layer (0.3 μm extent) in SOI substrate where 1603 was formed, in same way as 4 th Working Example, MS Mphotodiode 1604 is formed on Si substrate 1601.

In addition, p diffusion layer 1605 is provided because of element separation, integration does bipolar transistor 1606 as

ポーラトランジスタ 1606 を集積化している。

該トランジスタ 1606 では、Si 層 1603 に n 拡散層 1607 を形成してコレクタ電極 1608 が形成され、p 型拡散層 1609 を形成してベース電極 1610 が形成され、さらに n 型拡散層 1611 を形成してエミッタ電極 1612 が形成されている。

【0095】

本実施例では、発光素子として、GaAs 基板上にバンドギャップ波長 $0.77 \mu\text{m}$ の AlGaAs/GaAs 活性層をエピタキシャル成長して作製した面発光レーザチップ 1613 を用い、SOI 基板 1601~1603 へ実装している。

光出射のため、電極 1614 に窓領域 1615 を形成している。

また、SOI 基板裏面から光の送受を行うため、Si 基板 1601 の一部を SiO_2 1602 までエッチングして窓あけ(1616、1617)している。

【0096】

SOI 基板裏面には、クラッド 1618 およびコア 1619 からなる光導波路が形成されている。

本実施例の SOI 基板 1601~1603 上に直接集積回路を形成した場合、チップ内の配線の一部に光が使われることになる。

特に、配線距離の長いトランジスタ間では配線の微細化にともない、伝送速度の低下、消費電力の増大が懸念され、光インタコネクションが極めて有効となる。

チップ内に限らず、第 1 実施例と同様、チップ間あるいはボード間の光インターコネクションとして用いてもよい。

【0097】

今までの実施例では、光導波路を固定の基板へ形成していたが、無論、フレキシブルな基板あるいはシート上へも形成できる。

図 17 はその例を示している。

【0098】

フレキシブルシート 1701 上に光導波路 1702 を作製し、ボード 1703、1704、1705 間のインタコネクションを行っている例である。

ボード 1703 内の MCM(マルチチップモジュール)1706、1707 間でも、同様に光導波路 1708 を介して光インタコネクションを行っている。

driver for surface light emission laser drive.

With said transistor 1606, forming n-diffusion layer 1607 in Si layer 1603, collector electrode 1608 is formed, p-type diffusion layer 1609 is formed and base electrode 1610 is formed, furthermore n-type diffusion layer 1611 is formed and emitter electrode 1612 is formed.

[0095]

With this working example, epitaxial growth doing AlGaAs/GaAs active layer of band gap wavelength $0.77 \mu\text{m}$ on the GaAs substrate as luminescent element, it has mounted to SOI substrate 1601~1603 making use of the surface light emission laser chip 1613 which it produces.

Because of light emission, window domain 1615 is formed in electrode 1614.

In addition, in order to do transmission and reception of light from SOI substrate back surface, the etching doing portion of Si substrate 1601 to SiO_2 1602, window doing to open, (1616 and 1617) it is.

[0096]

optical waveguide which consists of cladding 1618 and core 1619 is formed in the SOI substrate back surface.

When directly integrated circuit was formed on SOI substrate 1601~1603 of this working example, it means that light is used in portion of metallization inside chip.

Especially, between transistor where metallization distance is long decrease of the transmission velocity and increase of electricity consumption feel concern attendant upon narrowing of metallization, optical yne tach ネ comb よん quite becomes effective.

It is possible to use not just, similarity to first Working Example, as the optical yne tar connection between chip or between board inside chip.

[0097]

To now with Working Example, optical waveguide was formed to substrate of fixing, but of course, it can form even to flexible group board or on sheet.

Figure 17 has shown example.

[0098]

It is an example which produces optical waveguide 1702 on flexible sheet 1701, does yne tach ネ comb よん between board 1703, 1704, 1705.

MCM inside board 1703 (multichip module), through optical waveguide 1708 in same way, the optical yne tach ネ comb よん is done even between 1706 and 1707.

【0099】

また、今までの実施例では、発光素子として、GaAs 基板上の InGaAs/GaAs 系や AlGaAs/GaAs 系の例を示したが、もちろん他の材料、波長、すなわち青色発光の GaN 系、GaAs 基板上の長波長材料である GaInNAs、GaAsSb などでも同様のことが実現できる。

1.3 μm 、1.55 μm といった長波長帯を使用する場合は、Si が透明となるため、InGaAs あるいは Ge といった材料からなる受光素子が好適である。

【0100】

また、ここで挙げた実施例では、発光素子として面発光レーザを使用したのが、端面発光型レーザでも構成は可能である。

もちろん、発光ダイオード LED(発光ダイオード)は、面発光レーザと同様面発光型であるため本発明に好適な発光素子である。

【0101】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の光導波路、その作製方法、およびこれを用いた光インタコネクション装置では、部分円筒状の光導波路を用いるため伝播損失が低く、且つ、光導波路の終端部が部分球面形状ないしそれに近い形状を有するため、発光素子、受光素子との光結合効率の高い光導波路が実現できる。

【0102】

また、本発明によれば、メッキ法により作製した型を用いて上記光導波路を作製するため、作製が容易で、任意の基板上に任意のサイズの形成が可能で、量産性に優れた光導波路を作製できる。

さらに、本発明による光導波路をもとに、発光素子、受光素子と組合せることで、簡便で高速広帯域の光インタコネクション装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による光導波路の形状を説明する図で

【0099】

In addition, to now with Working Example, InGaAs/GaAs system on GaAs substrate and example of AlGaAs/GaAs system were shown as luminescent element, but it can actualize similar saw even such as GaInNAs, GaAsSb which of course is an other material, wavelength, namely a long wavelength material on GaN type, GaAs substrate of blue light emitting.

1.3 When long wavelength band such as the; μm , 1.55 μm is used, because Si becomes transparent, photodetector which consists of the material such as InGaAs or Ge is ideal.

【0100】

In addition, with Working Example which is listed here, surface light emission laser was used as luminescent element, but constitution is possible even with endface light-emitting type laser.

Of course, light emitting diode LED (light emitting diode), because it is a similar surface light emission type to the surface light emission laser, is preferred luminescent element in this invention.

【0101】

[Effects of the Invention]

As above explained, to possess shape where with preparation method, of the optical waveguide, of this invention and optical yne tach ね comb よん equipment which use this, in order to use optical waveguide of portion cylinder, propagation loss is low, at same time, in order terminal part of optical waveguide portion spherical surface form or is close to that, it can actualize optical waveguide where optical coupling efficiency of luminescent element, photodetector is high.

【0102】

In addition, in order to produce above-mentioned optical waveguide making use of type which is produced according to this invention, with plating method, production being easy, formation of size of option being possible on substrate of option, optical waveguide which is superior in the mass productivity can be produced.

Furthermore, on basis of optical waveguide, luminescent element, photodetector and by fact that union it does, being simple with this invention, it can actualize the optical yne tach ね comb よん equipment of high speed broadband.

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1]

It is a figure which explains shape of optical waveguide with

ある。

【図2】

本発明の光導波路を用いた光インタコネクション装置の概念を示す断面図である。

【図3】

本発明の光導波路を用いた光インタコネクション装置の概念を示す断面図である。

【図4】

本発明の光導波路を形成するためのメッキによる部分円筒状構造体を説明する図である。

【図5】

本発明による光導波路の作製方法を説明する断面工程図である。

【図6】

本発明による光導波路の作製方法を説明する断面工程図である。

【図7】

本発明による光導波路の作製方法で用いるメッキ槽を説明する為の図である。

【図8】

本発明により作製した光導波路の応用形態を示す図である。

【図9】

本発明により作製した光導波路の応用形態を示す図である。

【図10】

本発明により作製した光導波路の応用形態を示す図である。

【図11】

本発明により作製した光導波路の応用形態を示す図である。

【図12】

本発明の光導波路を、発光素子および受光素子と一体化して作製した光インタコネクション装置の実施例を示す一部破断した断面図である。

【図13】

this invention .

[Figure 2]

It is a sectional view which shows concept of optical yne tach ね comb よん equipment which uses optical waveguide of this invention.

[Figure 3]

It is a sectional view which shows concept of optical yne tach ね comb よん equipment which uses optical waveguide of this invention.

[Figure 4]

It is a figure which explains portion cylinder structure with plating in order to form optical waveguide of this invention.

[Figure 5]

It is a cross section process diagram which explains preparation method of optical waveguide with this invention .

[Figure 6]

It is a cross section process diagram which explains preparation method of optical waveguide with this invention .

[Figure 7]

It is a figure in order to explain plating tank which with this invention is used with preparation method of optical waveguide.

[Figure 8]

It is a figure which shows applied shape of optical waveguide which is produced with this invention .

[Figure 9]

It is a figure which shows applied shape of optical waveguide which is produced with this invention .

[Figure 10]

It is a figure which shows applied shape of optical waveguide which is produced with this invention .

[Figure 11]

It is a figure which shows applied shape of optical waveguide which is produced with this invention .

[Figure 12]

luminescent element and photodetector unifying optical waveguide of this invention, partially cutaway which shows Working Example of optical yne tach ね comb よん equipment which it produces it is a sectional view which is done.

[Figure 13]

本発明による光インタコネクション装置を用いて、LSI チップ間の配線を行う概念図である。

【図14】

本発明による光インタコネクション装置を用いて、LSI チップ間の配線を行う概念図である。

【図15】

本発明の光導波路を、発光素子および受光素子と一体化して作製した光インタコネクション装置の他の実施例を示す一部破断した断面図である。

【図16】

本発明の光導波路を、発光素子および受光素子と一体化して作製した光インタコネクション装置の他の実施例を示す一部破断した断面図である。

【図17】

本発明の光導波路を用いて構成したボード内およびボード間の光インタコネクション装置を示す図である。

【符号の説明】

101
メッキ析出用開口部

102
合流/分岐光導波路の元型となるメッキ構造体

103
合流/分岐光導波路の元型となるメッキ構造体

104
合流/分岐光導波路の元型となるメッキ構造体

11
光導波路(コア)

111
光導波路(コア)

112
光導波路交差部

It is a conceptual diagram which does metallization between LSI chip making use of the optical yne tach ね comb よん equipment, with this invention .

[Figure 14]

It is a conceptual diagram which does metallization between LSI chip making use of the optical yne tach ね comb よん equipment, with this invention .

[Figure 15]

luminescent element and photodetector unifying optical waveguide of this invention, partially cutaway which shows other Working Example of optical yne tach ね comb よん equipment which it produces it is a sectional view which is done.

[Figure 16]

luminescent element and photodetector unifying optical waveguide of this invention, partially cutaway which shows other Working Example of optical yne tach ね comb よん equipment which it produces it is a sectional view which is done.

[Figure 17]

It is a figure which shows optical yne tach ね comb よん equipment inside board which is formed making use of optical waveguide of this invention and between board.

[Explanation of Symbols in Drawings]

101
opening part for plating

102
plating structure which becomes original type of confluence per minute 岐 optical waveguide

103
plating structure which becomes original type of confluence per minute 岐 optical waveguide

104
plating structure which becomes original type of confluence per minute 岐 optical waveguide

11
optical waveguide (core)

111
optical waveguide (core)

112
optical waveguide intersecting part

| | |
|---------------|--|
| 12 | 12 |
| 光入出力導波路部 | Optical input-output waveguide section |
| 1201 | 1201 |
| 面発光レーザ | surface light emission laser |
| 1202 | 1202 |
| レーザ基板 | laser substrate |
| 1203 | 1203 |
| 活性層 | active layer |
| 1204 | 1204 |
| 半導体多層膜ミラー | semiconductor multilayer film mirror |
| 1205 | 1205 |
| 半導体多層膜ミラー | semiconductor multilayer film mirror |
| 1206 | 1206 |
| 面発光レーザ用窓領域 | window domain for surface light emission laser |
| 1207 | 1207 |
| 発光素子基板 | luminescent element baseplate |
| 1208 | 1208 |
| レーザ側電極兼配線 | laser side electrode and metallization |
| 1209 | 1209 |
| レーザ駆動用トランジスタ | laser driving transistor |
| 1210 | 1210 |
| 受光素子基板 | photodetector baseplate |
| 1211 | 1211 |
| ホトダイオード | photodiode |
| 1212 | 1212 |
| 拡散領域 | scattering domain |
| 1213 | 1213 |
| 絶縁膜 | insulating film |
| 1214 | 1214 |
| ホトダイオード電極 | photodiode electrode |
| 1215 | 1215 |
| 受光素子用増幅器 | amplifier for photodetector |
| 13 | 13 |
| 光導波路クラッド(基板部) | optical waveguide cladding (substrate part) |
| 1301 | 1301 |

| | |
|---------------|--|
| 光インタコネクション装置 | Optical yne tach ネ comb よん equipment |
| 1302 | 1302 |
| LSI チップ | LSIchip |
| 1303 | 1303 |
| 発光素子 | luminescent element |
| 1304 | 1304 |
| 受光素子 | photodetector |
| 1305 | 1305 |
| 光導波路(コア) | optical waveguide (core) |
| 1401 | 1401 |
| 経路 | pathway |
| 1501 | 1501 |
| 面発光レーザ | surface light emission laser |
| 1502 | 1502 |
| レーザ基板 | laser substrate |
| 1503 | 1503 |
| 発光領域 | light emitting domain |
| 1504 | 1504 |
| レーザ電極 | laser electrode |
| 1505 | 1505 |
| フォトダイオード | photodiode |
| 1506 | 1506 |
| 櫛形電極 | comb shape electrode |
| 1507 | 1507 |
| 受光素子基板 | photodetector baseplate |
| 1508 | 1508 |
| バッファ層 | buffer layer |
| 1509 | 1509 |
| 絶縁膜 | insulating film |
| 1510 | 1510 |
| 光導波路クラッド(基板部) | optical waveguide cladding (substrate part) |
| 1511 | 1511 |
| 光導波路コア | optical waveguide core |
| 1601 | 1601 |
| SOI | SOI |

| | |
|---------------|---|
| 1602 | 1602 |
| SOI | SOI |
| 1603 | 1603 |
| SOI | SOI |
| 1604 | 1604 |
| ホトダイオード | photodiode |
| 1605 | 1605 |
| 拡散領域 | scattering domain |
| 1606 | 1606 |
| 受光素子用増幅器 | amplifier for photodetector |
| 1607 | 1607 |
| 拡散領域 | scattering domain |
| 1608 | 1608 |
| トランジスタ電極 | transistor electrode |
| 1609 | 1609 |
| 拡散領域 | scattering domain |
| 1610 | 1610 |
| トランジスタ電極 | transistor electrode |
| 1611 | 1611 |
| 拡散領域 | scattering domain |
| 1612 | 1612 |
| トランジスタ電極 | transistor electrode |
| 1613 | 1613 |
| 面発光レーザ | surface light emission laser |
| 1614 | 1614 |
| レーザ電極 | laser electrode |
| 1615 | 1615 |
| レーザ出射窓 | laser radiation window |
| 1616 | 1616 |
| 光送受用窓 | window for optical transmission and reception |
| 1617 | 1617 |
| 光送受用窓 | window for optical transmission and reception |
| 1618 | 1618 |
| 光導波路クラッド(基板部) | optical waveguide cladding (substrate part) |
| 1619 | 1619 |

| | |
|---------------|--|
| 光導波路コア | optical waveguide core |
| 1701 | 1701 |
| フレキシブル基板 | flexible substrate |
| 1702 | 1702 |
| 光導波路(コア) | optical waveguide (core) |
| 1703 | 1703 |
| ボード | board |
| 1704 | 1704 |
| ボード | board |
| 1705 | 1705 |
| ボード | board |
| 1706 | 1706 |
| マルチチップモジュール | multichip module |
| 1707 | 1707 |
| マルチチップモジュール | multichip module |
| 1708 | 1708 |
| 光導波路(コア) | optical waveguide (core) |
| 21 | 21 |
| 光導波路(コア) | optical waveguide (core) |
| 22 | 22 |
| 光入出力導波路部 | Optical input-output waveguide section |
| 23 | 23 |
| 発光素子 | luminescent element |
| 24 | 24 |
| 受光素子 | photodetector |
| 25 | 25 |
| 基板 | substrate |
| 26 | 26 |
| 光導波路クラッド(基板部) | optical waveguide cladding (substrate part) |
| 27 | 27 |
| 基板 | substrate |
| 41 | 41 |
| メッキ析出用開口部 | opening part for plating |
| 42 | 42 |
| 部分円筒状メッキ構造体 | portion cylinder plating structure |

| | |
|--------------|---|
| 43 | 43 |
| メッキ基板 | plating substrate |
| 44 | 44 |
| マスク層 | mask layer |
| 51 | 51 |
| メッキ基板 | plating substrate |
| 52 | 52 |
| メッキ用電極 | electrode for plating |
| 53 | 53 |
| マスク層 | mask layer |
| 54 | 54 |
| メッキ析出用開口部 | opening part for plating |
| 55 | 55 |
| メッキ層 | plated layer |
| 56 | 56 |
| 部分円筒状メッキ構造体 | portion cylinder plating structure |
| 57 | 57 |
| 犠牲層 | sacrifice layer |
| 58 | 58 |
| 金型用電極層 | electrode layer for mold |
| 61 | 61 |
| 金型 | mold |
| 62 | 62 |
| 樹脂 | resin |
| 63 | 63 |
| 光導波路基板 | optical waveguide substrate |
| 71 | 71 |
| ワーク | work |
| 72 | 72 |
| 陽極板 | anode board |
| 73 | 73 |
| 金属イオンを含むメッキ液 | plating liquid which includes metal ion |
| 74 | 74 |
| 外部電源 | external power supply |
| 81 | 81 |

光導波路(コア)

optical waveguide (core)

82

82

光導波路曲折部

optical waveguide bent part

91

91

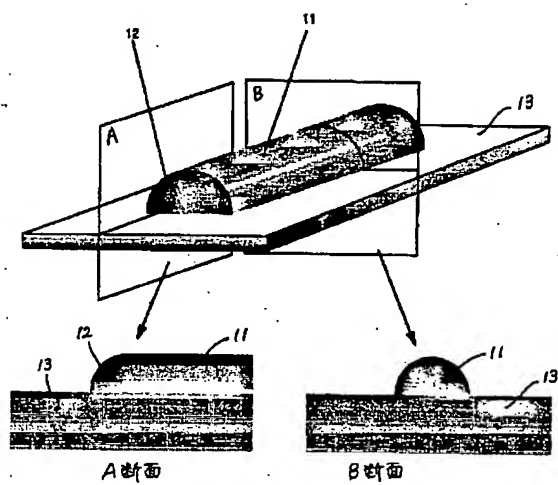
光導波路(コア)

optical waveguide (core)

Drawings

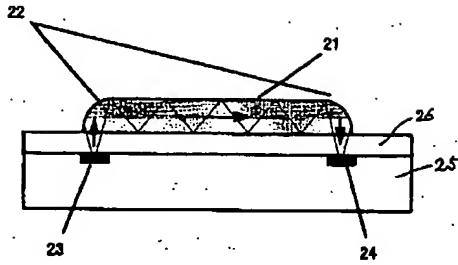
【図1】

[Figure 1]



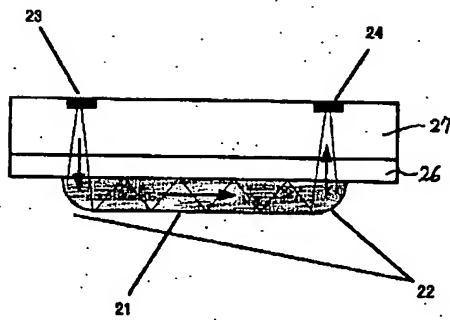
【図2】

[Figure 2]



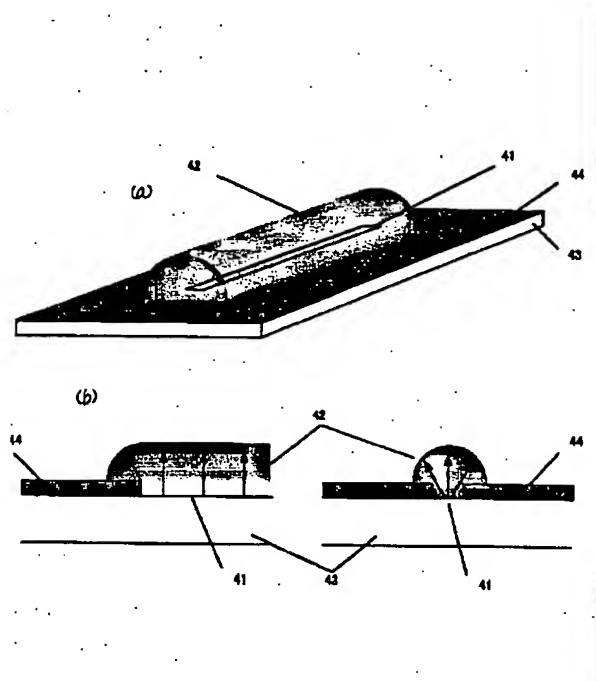
【図3】

[Figure 3]



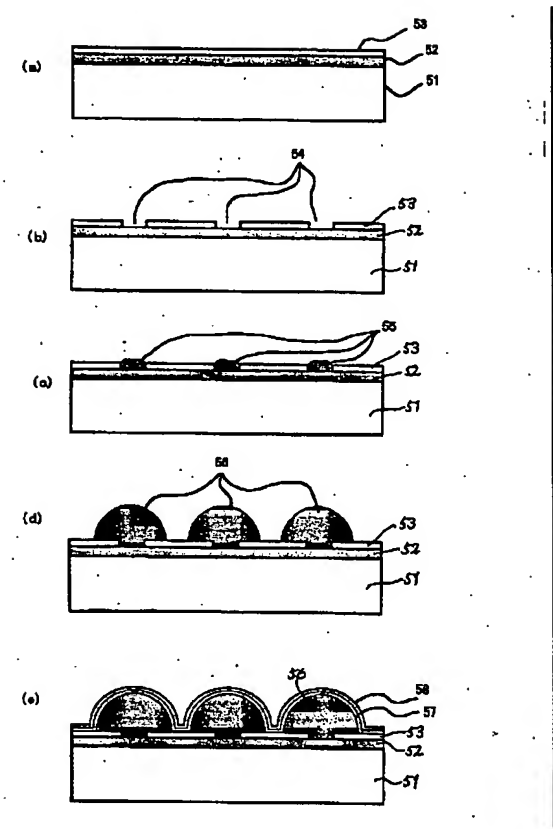
【図4】

[Figure 4]



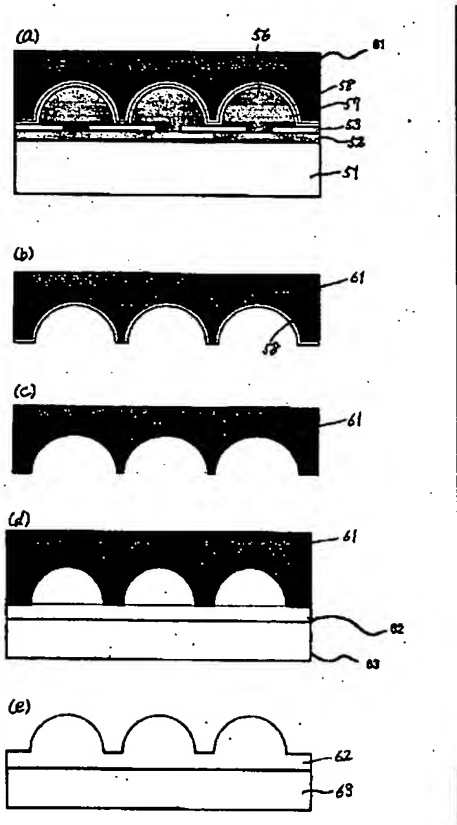
【図5】

[Figure 5]



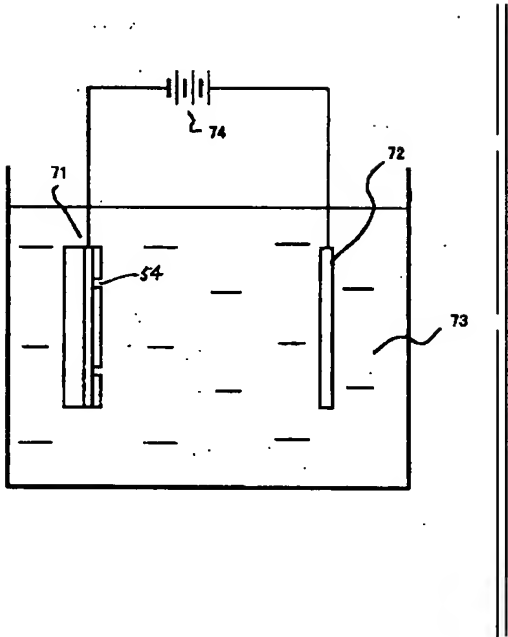
【図6】

[Figure 6]



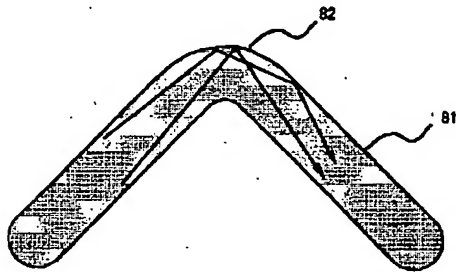
【図7】

[Figure 7]



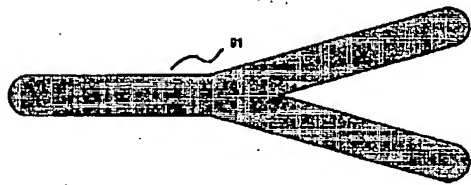
【図8】

[Figure 8]



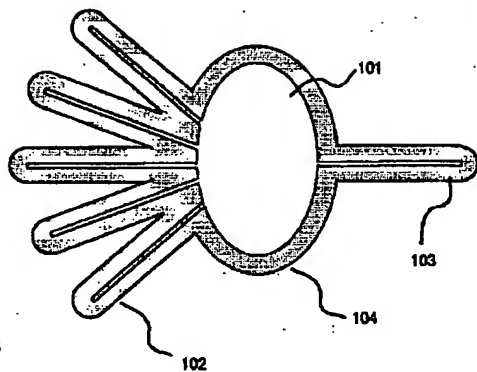
【図9】

[Figure 9]



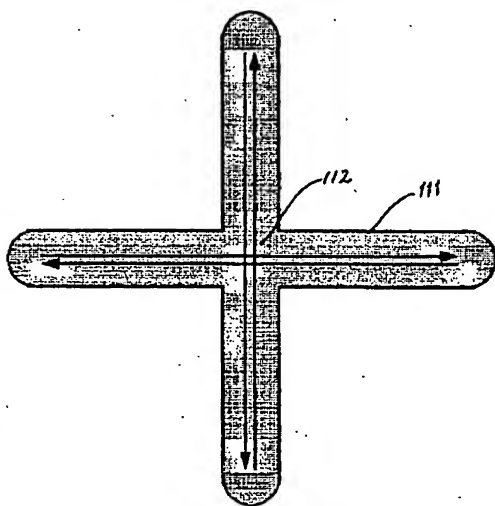
【図10】

[Figure 10]



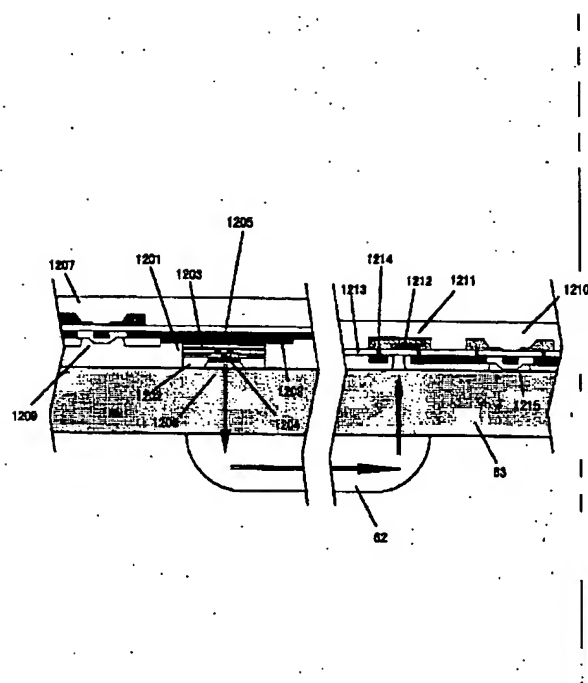
【図11】

[Figure 11]



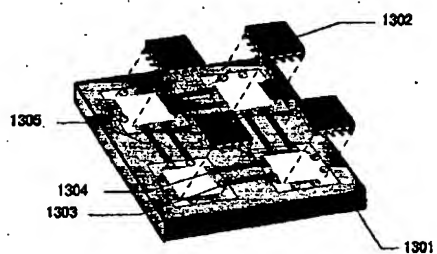
【図12】

[Figure 12]



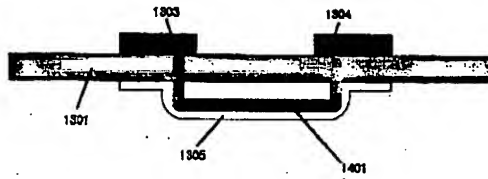
【図13】

[Figure 13]



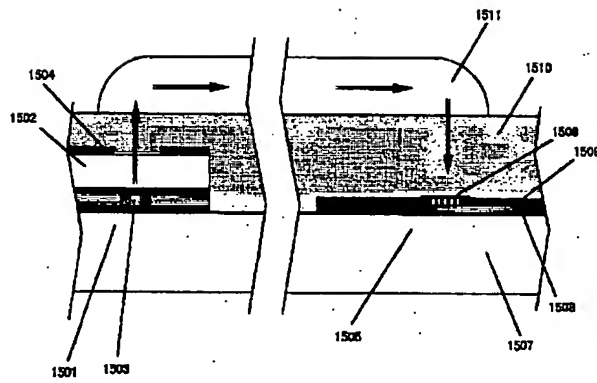
【図14】

[Figure 14]



【図15】

[Figure 15]



【図16】

[Figure 16]



FIG. 17 is a schematic diagram of a multi-layered electronic device. The device consists of a central core with two columns of four square components each. These components are connected to a top layer with curved conductive traces (1701, 1702) and a bottom layer with a grid of conductive lines (1703, 1704). The top layer also includes a central vertical strip (1705) and a horizontal strip (1706). The bottom layer includes a central vertical strip (1707) and a horizontal strip (1708).